ALMA MATER STUDIORUM – UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CIVILE

DIENCA

TESI DI LAUREA

in

IMPIANTI TECNICI

APPROCCIO METODOLOGICO SECONDO IL PROTOCOLLO LEED® PER LA VALUTAZIONE ENERGETICA AMBIENTALE DI UN EDIFICIO RESIDENZIALE

CANDIDATA:
Bonasia Samantha

RELATORE:
Chiar.mo Prof. Ing. Giovanni Semprini

Anno Accademico 2011/2012
Sessione I

A Matteo e
A Mamma e Papà.

INDICE

Introduzione

Questo lavoro nasce dalla voglia di aprire lo sguardo e il pensiero ad un approccio di progettazione diverso da quello che normalmente viene presentato dalla normativa italiana per quanto riguarda gli edifici residenziali: un approccio nuovo, eco sostenibile, eco compatibile, con uno sguardo al futuro e al benessere delle persone sviluppato a 360°.

É con GBC Home che in Italia nasce e si sviluppa un modo nuovo di progettare, di creare, importando idee e concetti di stampo americano attraverso l'esperienza di USGBC e la famiglia di protocolli Leed, lo standard di certificazione energetica più in uso al mondo, in particolare utilizzando Leed For Homes come punto di partenza.

GBC Italia ha come principale scopo la promozione dell'edilizia sostenibile nel mercato italiano e la diffusione di una cultura della sostenibilità, dell'attenzione ambientale e dell'efficienza energetica; vuole promuovere la salubrità, la durabilità, l'economicità e le migliori pratiche ambientali nella progettazione e nella costruzione degli edifici. Questo obiettivo necessita di un approccio integrato che interessa tutti i campi dell'agire umano, ricordando che perseguire uno “sviluppo sostenibile” non rappresenta soltanto un elemento di tenuta dell'ambiente naturale che permette la nostra sopravvivenza sotto il profilo prettamente biologico e di esseri viventi, ma diviene fattore di stabilità economica e sociale nel breve e medio periodo.

Il sistema di valutazione GBC Home costituisce un insieme di standard per la certificazione di progetto e costruzione di edifici rientranti nell'ambito di applicazione del manuale stesso.

I prerequisiti (obbligatori) e i crediti del sistema di valutazione sono suddivisi all'interno di cinque categorie con cui si possono conseguire 100 punti:

- Sostenibilità del Sito (SS)
- Gestione delle Acque (GA)
- Energia e Atmosfera (EA)
- Materiali e Risorse (MR)
- Qualità ambientale Interna (QI)

A queste si aggiunge una ulteriore categoria attraverso la quale si conferiscono 10 punti bonus (per un totale, eventualmente, di 110):

- Innovazione nella Progettazione (IP)

I punti accumulati nelle diverse categorie permettono di raggiungere uno dei livelli di certificazione, a seconda della fascia di punteggio:

- Base
- Argento
- Oro
- Platino

Rispetto alla classificazione energetica attualmente in uso, quella proposta da Leed è sicuramente più intransigente perché impone strategie di progettazione totalmente nuove e più restrittive come verrà esposto in questo elaborato.

L'obiettivo della presente tesi è stato quello di provare a creare un confronto energetico tra i risultati della certificazione effettuata con un software di calcolo, che fa riferimento alla normativa UNI/TS 11300:2008, e GCB Home applicandolo ad un appartamento su due livelli situato a Modena.

Nonostante il manuale debba essere utilizzato sin dall'inizio dei lavori, siano essi interventi di nuova costruzione o ristrutturazione (perché uno degli elementi fondamentali è proprio la progettazione integrata), nell'ambito della presente tesi è stato utilizzato come mero strumento di valutazione post lavori cercando di recuperare tutte le informazioni possibili per poter accumulare punti nella categoria Energia e Atmosfera.

La presentazione ufficiale della prima edizione di GBC Home a Rovereto ha permesso di rendere divulgabile questo strumento prezioso che viene applicato in versione pilota per l'intero anno 2012.

1. Dal protocollo LEED al GBC Home

LEED® Green Building Rating System rappresenta lo standard di certificazione energetica e di sostenibilità più in uso al mondo. Nasce negli Stati Uniti ed è costituito da una serie di criteri qui sviluppati e poi applicati in oltre cento paesi a livello mondiale volti alla progettazione, costruzione e gestione di edifici dal punto di vista ambientale, sociale, economico e della salute. Il sistema di certificazione LEED® rappresenta quindi un quadro flessibile che permette ai gruppi di progettazione e costruzione di valutare la strategia che ottimizza il rapporto tra edificio e ambiente circostante. Uno standard che nasce su base volontaria ed in continua evoluzione.

L'organizzazione che promuove lo standard LEED® è la US Green Building Council, associazione no profit nata nel 1993: essa indica una serie di requisiti misurabili per costruire edifici eco - compatibili in grado di “funzionare” in maniera sostenibile a livello energetico.

I criteri del LEED® sono creati per perseguire gli scopi:

- definire il concetto di “edificio verde” stabilendo uno standard comune di misura;
- promuovere pratiche integrate di progettazione per l'intero edificio, coinvolgendo più professionisti del settore;
- dare un riconoscimento ai leader dell'industria della costruzione attenti al rispetto dell'ambiente;
- stimolare la competizione nello sviluppo di progetti, materiali e metodi costruttivi verdi;
- aumentare la consapevolezza dei benefici che porta la “costruzione verde”;
- trasformare il mercato dell'edilizia.

LEED® fonda la sua valutazione energetica sull'assegnazione di un punteggio legato al conseguimento di crediti in diverse aree di sostenibilità. Un credito può essere conseguito solo se il progetto e/o la costruzione rispetta i requisiti specifici previsti. Ci sono poi una serie di requisiti obbligatori che devono essere rispettati, i cosiddetti “prerequisiti”.

LEED® è specificato in diverse versioni, a seconda della tipologia edilizia che si deve certificare.

Si identificano quindi:

- **LEED for New Costruction**: certificazione di edifici di nuova costruzione commerciali o istituzionali ad altre prestazioni.
- **LEED for Existing Buildings**: fornisce criteri di sostenibilità per la certificazione di edifici esistenti.
- **LEED for Schools**: indirizzato ad edifici scolastici.
- **LEED for Commercial Interiors**: si occupa della certificazione di interni commerciali indirizzandone la progettazione degli spazi e l'allestimento.
- **LEED for Homes**: rivolto agli edifici abitativi di piccole dimensioni.
- **LEED for Neighborhood Development**: si occupa della certificazione di aree residenziali e quartieri, fornendo supporto per una progettazione urbanistica sostenibile.
- **LEED for Core and Shell**: fornisce criteri di indirizzo per la certificazione degli aspetti core-and-shell di un edificio e può essere abbinato ad altre certificazioni sopra citate.

Le aree di sostenibilità rispetto a cui il protocollo LEED® valuta gli edifici sono:

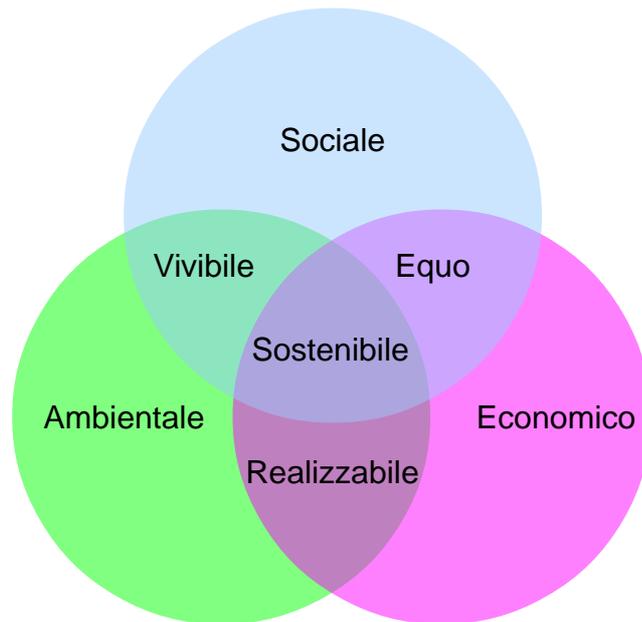
- **Sustainable Sites (1 prerequisito obbligatorio + 26 punti)**. Promuove uno sviluppo attentamente pianificato e mira a ridurre l'impatto dell'edificio stesso sull'ecosistema e sulle reti idriche, premia la scelta di mezzi di trasporto intelligenti, controlla il deflusso delle acque meteoriche per ridurre i processi di erosione, l'inquinamento luminoso, l'effetto isola di calore e le fonti di inquinamento derivanti dalla costruzione dell'edificio.
- **Water Efficiency (1 prerequisito obbligatorio + 10 punti)**. Promuove un utilizzo razionale delle risorse idriche, sia all'interno che all'esterno dell'edificio. Questo può essere raggiunto attraverso l'uso di elettrodomestici efficienti ed impianti adeguati per quanto riguarda l'interno ed una accurata gestione delle risorse all'esterno.

- **Energy & Atmosphere (3 prerequisiti + 35 punti)**. Unisce diverse strategie di progettazione: monitoraggi dei consumi, progettazione e costruzione controllata, impianti e sistemi di illuminazione efficienti, utilizzo di energia da fonti pulite e rinnovabili.
- **Materials & Resouces (1 prerequisito + 14 punti)**. Promuove e incoraggia la scelta di risorse e materiali reperiti nelle vicinanze del cantiere, di prodotti con contenuto di materiale riciclato.
- **Indoor Environmental Quality (2 prerequisiti + 15 punti)**. Promuove strategie diversificate per migliorare la qualità dell'aria ed il comfort luminoso, visivo e acustico all'interno dell'edificio.
- **Innovation in Design (6 punti)**. Premia i progetti che hanno usufruito di un consulente esperto del sistema di certificazione LEED®.
- **Regional Priority (4 punti)**.

In base alla somma dei punteggi ottenuti nelle singole aree si può conoscere il livello di certificazione ottenuto:

- ✔ Certified: 40 – 49 punti
- ✔ Silver: 50 – 59 punti
- ✔ Gold: 60 – 79 punti
- ✔ Platinum: 80 – 110 punti.

Il sistema di valutazione della sostenibilità edilizia LEED è un sistema volontario, basato sul consenso comune dei soci e guidato dal mercato.

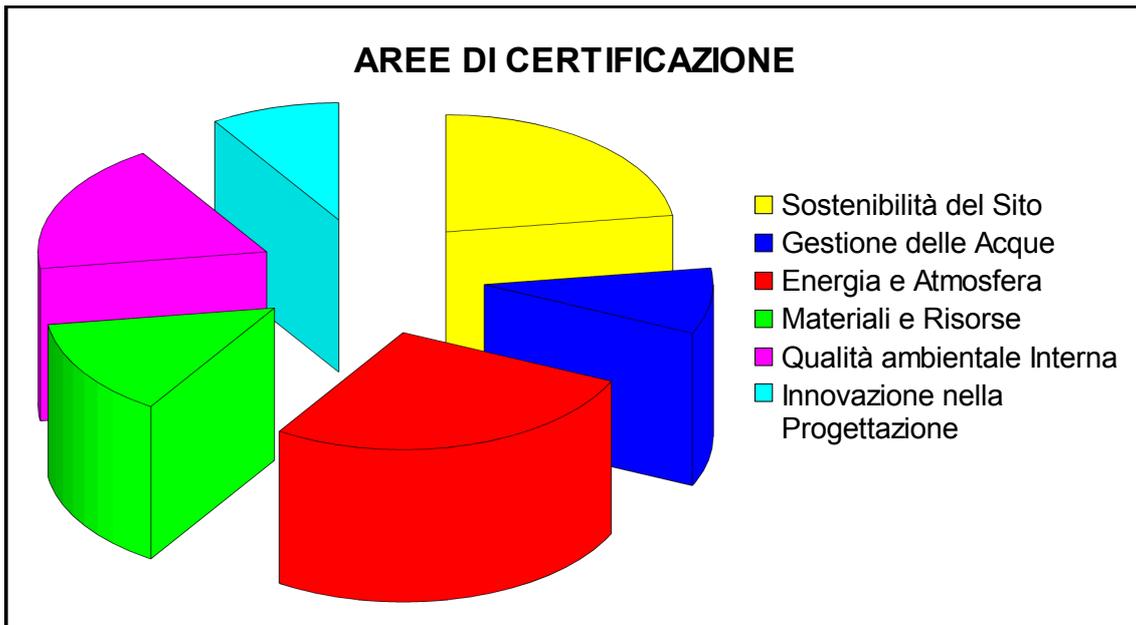
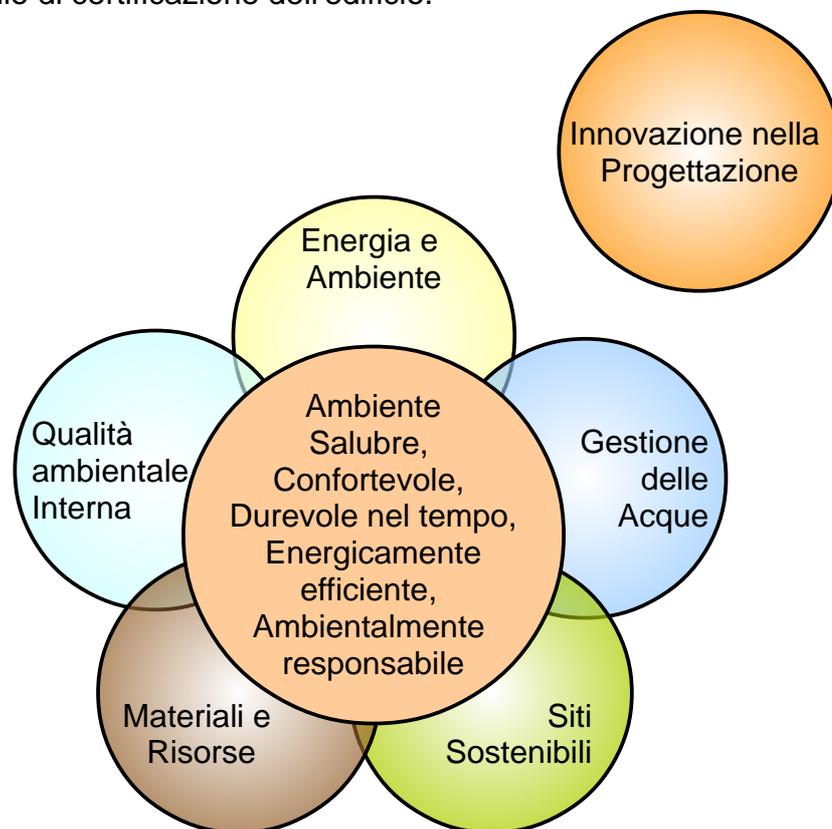
In Italia il protocollo LEED® è sviluppato e promosso da GBC Italia (Green Building Council Italia).
GBC Home è il protocollo italiano per la certificazione della sostenibilità per gli edifici residenziali.
GBC Italia promuove soluzioni che rafforzano un sano e dinamico equilibrio tra prosperità ambientali, sociali ed economiche.

Il protocollo si applica per qualsiasi tipologia di intervento ed alle seguenti tipologie costruttive:

1) tutti gli edifici esclusivamente residenziali di qualsiasi volumetria se la loro altezza non eccede i 4 piani abitabili
2) edifici esclusivamente residenziali di qualsiasi altezza ma con superficie utile netta contenuta in 3000mq
3) edifici residenziali che integrano funzioni terziarie con alcune condizioni restrittive:
   - l'altezza non ecceda i cinque piani abitabili entro e fuori terra;
   - la superficie utile quale somma delle destinazioni non residenziali non deve eccedere il 30% della superficie utile dell'intero edificio
   - le destinazioni non residenziali devono essere ricomprese nelle categorie funzionali: uffici; commercio di vicinato con superficie commerciale non superiore a 300mq; attività artigianali di servizio comunque compatibili con la residenza; esercizi pubblici; edifici con pertinenze di altre funzioni;
   - gli impianti di climatizzazione invernale ed estiva devono essere comuni fra la funzione residenziale e quella non residenziale.

Per valutare semplicemente l'adeguatezza e la consistenza, il protocollo GBC Home può essere esteso in via sperimentale anche a:

- edifici residenziali di cui ai punti 1 e 3, anche con numero di piani maggiore, ma non superiore a 10
- tipologie particolari di edifici (es. edifici agricoli, agriturismi..) a condizione che le caratteristiche costruttive e impiantistiche siano assimilabili alla residenza.

Il protocollo valuta e verifica la sostenibilità dell'edificio secondo cinque aree tematiche. Una ulteriore categoria, innovazione nella progettazione, si interessa delle pratiche innovative indirizzate alla sostenibilità e alle questioni non trattate nelle categorie precedenti. In GBC Home la distribuzione dei punti è imperniata sugli effetti che ogni credito ha sull'ambiente e sulla salute umana rispetto ad un insieme di categorie d'impatto.

Aree	**Punteggio Massimo conseguibile**
Sostenibilità del Sito (SS)	25 punti
Gestione delle Acque (GA)	10 punti
Energia e Atmosfera (EA)	30 punti
Materiali e Risorse (MR)	15 punti
Qualità ambientale interna (QI)	20 punti
Totale	**100 punti**
Innovazione nella progettazione	10 punti

Per conseguire la certificazione LEED il progetto candidato deve obbligatoriamente conseguire tutti i prerequisiti presenti in ogni area e parte dei crediti: il punteggio complessivo ottenuto in tal modo può consentire di arrivare al livello di certificazione LEED desiderato. La somma dei punteggi dei crediti determina il livello di certificazione dell'edificio.

I livelli di certificazione raggiungibili con il protocollo GBC Home sono:

Livello di certificazione	**Punteggio**
Base	40 - 49
Argento	50 - 59
Oro	60 - 79
Platino	80 o più

I livelli della tabella appena descritta devono essere corretti attraverso criteri di ponderazione: ciascuna soglia deve essere maggiorata in base ad alcune caratteristiche tipologico-progettuali proprie di ciascun edificio oggetto di certificazione.

Gli elementi progettuali che determinano un maggior peso ambientale della costruzione (per le tipologie edilizie a cui si riferisce il protocollo) sono:

- densità abitativa: rapporto tra superficie edificata e numero di abitanti l'edificio
- occupazione di suolo che la costruzione determina in rapporto alle sue dimensioni e alla sua altezza.

Lo scopo è quindi quello di raggiungere livelli ottimali di densità abitativa senza eccederli perché significherebbe aumentare in proporzione il consumo di risorse, soprattutto energetiche, per abitante. Allo stesso modo tipologie compatte e sviluppate in altezza possono generare edifici con elevati standard qualitativi, senza un consumo eccessivo di territorio.

Densità abitativa

$$\frac{\textit{superficie utile netta residenziale}}{\textit{numero abitanti}} = \textit{superficie utile per abitante}\,(SU)$$

Superficie utile per abitante	Punti da aggiungere
SU $\leq$25	0
25 < SU < 30	1
30 < SU < 35	2
35 < SU < 40	3
40 < SU < 45	4
SU > 45	6

Nel processo di certificazione la committenza deve relazionarsi con quattro soggetti.

- **GBC ITALIA**: soggetto a cui si rivolge la committenza stessa per la registrazione e la certificazione dei progetti, anche in termini contrattuali. É l'ente che rilascia la certificazione in seguito ad esito positivo delle verifiche previste in fase di progetto e cantiere.
- **PROVIDER**: società che segue il processo di certificazione nelle attività di verifica. É l'interlocutore diretto della committenza nelle fasi di verifica del processo di certificazione.
- **GREEN RATER**: professionista/i qualificato/i che segue/seguono la revisione dei documenti prodotti dal team di progetto e le verifiche in cantiere. Il numero di green rater coinvolti varia a seconda della complessità del progetto.
- **GBC ITALIA Home AP**: progettista qualificato da GBC Italia che svolge attività di supporto consulenziale rapportandosi con i soggetti coinvolti nelle fasi di progettazione e costruzione.

GBC Italia ha lavorato alla trasposizione dello standard LEED® americano per sviluppare a livello nazionale un sistema di certificazione perfettamente allineato con le normative e il mercato italiano utilizzando il sistema di misura internazionale.

In Italia la famiglia di protocolli è stata così definita:

- LEED 2009 Nuove Costruzioni e Ristrutturazioni: questo protocollo, rilasciato nell'aprile 2010, è rivolto ad edifici ad uso commerciale, istituzionale e se residenziale oltre i quattro piani abitabili
- LEED per le Scuole: questo protocollo è pensato alla certificazione della qualità e della sostenibilità ambientale degli edifici scolastici
- GBC Home: questo protocollo è uno strumento per la progettazione e la realizzazione di edifici ad uso residenziale (singole unità familiari, case a schiera, condomini di piccole dimensioni ed edifici ad uso misto, prevalentemente ad uso residenziale)
- LEED per gli Edifici Esistenti: questo protocollo è uno strumento rivolto a tutte le tipologie di edifici esistenti contemplati in LEED 2009 Nuove Costruzioni e Ristrutturazioni e si occupa di tutte le operazioni di gestione e ed uso di un edificio esistente con almeno 12 mesi di occupazione
- GBC Ecoquartieri: questo protocollo è uno strumento per la progettazione e la pianificazione di aree urbane nuove o da rivitalizzare. Edifici, infrastrutture, strade, spazi aperti, sono quindi solo alcuni degli elementi che vengono contemplati all'interno del protocollo stesso.

La particolare struttura di LEED suggerisce che il gruppo di progettazione sia a conoscenza dei principi e degli obiettivi prima di affrontare la scelta del sito di costruzione e di iniziare la fase progettuale. Le fasi di progettazione a cui si riferisce il protocollo corrispondono ai livelli della progettazione architettonica e pianificazione comunemente utilizzati nell'ambito delle costruzioni, ossia meta-progetto, progetto preliminare, progetto definitivo, progetto esecutivo, costruzione, termine dei lavori e consegna del progetto e certificato di abitabilità. In tutte queste fasi è importante considerare la sinergia tra i vari crediti in modo da poter valutare una possibile scelta secondo un approccio olistico e multidisciplinare.

2. Le Aree tematiche

2.1. Sostenibilità del Sito (25 punti)

SS Prerequisito 1
Controllo dell'erosione durante la costruzione
Obbligatorio

SS Credito 1
Selezione del sito
2 punti

SS Credito 2
Modalità insediative
2 punti

SS Credito 3
Densità edilizia
3 punti

SS Credito 4
Vicinanza ai servizi
2 punti

SS Credito 5
Vicinanza ai trasporti collettivi
2 punti

SS Credito 6
Gestione del sito
2 punti

SS Credito 7
Spazi verdi
3 punti

SS Credito 8
Effetto isola di calore: superfici esterne
2 punti

SS Credito 9
Effetto isola di calore: coperture
1 punto

SS Credito 10
Gestione acque meteoriche
2 punti

SS Credito 11
Aree comuni: spazi di relazione e spazi comuni
max 4 punti

La sezione si occupa degli aspetti ambientali legati al sito di costruzione con riferimento alla gestione delle aree esterne e al rapporto tra edificio e ambiente circostante.

- *SS prerequisito 1: Controllo dell'erosione durante la costruzione. Obbligatorio*

→ Limitare l'inquinamento generato dalle attività di costruzione controllando i fenomeni di erosione del suolo e di sedimentazione nelle acque riceventi e la produzione di polveri, per tutta la durata del cantiere.

Si richiede l'implementazione di misure di stabilizzazione o di controllo strutturale, temporanee o permanenti per prevenire o controllare i fenomeni di erosione del suolo nell'area di cantiere e minimizzare la sedimentazione nei corpi idrici ricettori. L'applicazione di queste misure dipende comunque dalle condizioni specifiche del sito.
Questo prerequisito è importante, e quindi obbligatorio, non solo perché crea benefici al sito stesso, ma anche perché si ripercuote sull'ambiente per una buona estensione. La perdita dello strato di terra vegetale riduce moltissimo la capacità del terreno di supportare la vita vegetale, regolare lo scorrimento delle acque e mantenere la biodiversità di microrganismi e insetti del terreno che controllano malattie e infestazioni. La perdita di nutrienti, la compattazione del suolo e la diminuita biodiversità degli abitanti del terreno possono pesantemente limitare la vitalità del paesaggio. Questo può comportare difficoltà gestionali e ambientali come per esempio il maggior impiego di fertilizzanti, irrigazione e pesticidi, insieme ad un maggior deflusso superficiale di acque meteoriche che aumenta l'inquinamento di laghi e torrenti.
Le polveri aeree prodotte dalle attività di costruzione possono avere impatti anche sulla salute, in quanto penetrano nelle vie respiratorie e nei polmoni provocando numerosi problemi alla salute come asma e difficoltà respiratorie. Le particelle possono percorrere lunghe distanze prima di depositarsi nei corpi idrici incrementando l'acidità di laghi e fiumi, alterando gli equilibri nutrizionali.

A livello economico i costi del controllo dell'erosione e della sedimentazione nelle aree di cantiere comprenderà alcune minimali spese associate alle azioni di installazione ed ispezione, in particolare prima e dopo gli eventi meteorici. Il costo sarà funzione della collocazione, della topografia e delle condizioni del sito di progetto.
Misure di stabilizzazione: piantumazioni temporanee, piantumazioni permanenti, pacciamatura.
Misure di controllo strutturale, per trattenere i sedimenti: argini in terra, recinzioni parzialmente interrate, trappole e bacini di sedimentazione, protezioni temporanee di caditoie su strade adiacenti al sito cantieristico.
Per poter applicare queste misure risulta quindi necessaria una attenta analisi preventiva del sito con documentazione fotografica che dovrà comunque essere continuata insieme ad un monitoraggio costante per tutta la durata della costruzione. Sarà poi carico dell'impresa la rimozione delle misure adottate, una volta avvenuta la stabilizzazione.

- *SS credito 1: Selezione del sito. 2 punti*

→ Evitare lo sviluppo su siti ecologicamente sensibili e ridurre l'impatto ambientale della costruzione di un edificio su di un sito.

Vietare la costruzione su siti inappropriati per preservare queste aree per le specie selvatiche, la ricreazione e l'equilibrio ecologico. Costruire in aree soggette ad inondazione può essere dannoso per gli ecosistemi.
A livello economico ridurre preventivamente il danneggiamento degli schemi naturali di drenaggio è generalmente meno dispendioso ed evita la costosa costruzione e manutenzione di elaborati sistemi di drenaggio. Preservare le specie arboree ed erbacee spontanee riduce i costi di sistemazione del paesaggio a breve e a lungo termine. Evitare la costruzione in zone inondabili con un tempo di ritorno di 100 anni oppure in siti vicini a grandi corpi d'acqua, che necessita di tecniche di costruzione e protezione che aumentano i costi.
Prima di selezionare un sito per il progetto è necessario quindi valutare i potenziali disturbi arrecabili all'ambiente. La migliore strategia per rispondere a

questo credito è costruire nuove case in spazi vuoti sviluppati in precedenza, in modo da aumentare anche la possibilità di crescita del quartiere secondo un modello più compatto.

- *SS credito 2: Modalità insediative. 2 punti*

→ Incoraggiare lo sviluppo all'interno delle aree urbane esistenti, al fine di ridurre gli effetti negativi sull'ambiente determinati dal fenomeno dello sprawl. Ridurre la dispersione degli edifici, aumentare la densità per conservare sia le risorse naturali sia quelle finanziarie necessarie per la manutenzione e costruzione delle infrastrutture.

Si può quindi costruire facendo riferimento a due opzioni: 1) Riempimento degli spazi vuoti (edificare su un lotto il cui perimetro risulta per almeno il 75% immediatamente confinante con un terreno già sviluppato); 2) Riqualificazione di siti contaminati (edifica su un sito dichiarato inquinato -brownfield- e quindi da bonificare).

La costruzione di tamponamento o di siti precedentemente sviluppati può costare di più a causa della preparazione del sito. Il costo dei siti di tamponamento è generalmente più elevato, ma questo può essere compensato da una maggiore desiderabilità e liquidità per i potenziali acquirenti; i siti da bonificare presentano un costo inferiore e possono essere sovvenzionati dallo Stato o agenzie di sviluppo regionale o provinciale.

I progetti di edilizia agevolata si trovano spesso su siti di tamponamento.

- *SS credito 3: Densità edilizia. 3 punti*

→ Indirizzare lo sviluppo edilizio verso aree urbane dove sono già presenti servizi e infrastrutture, proteggere le aree verdi e preservare l'habitat e le risorse naturali. Costruire o ristrutturare un edificio in un'area già edificata.

L'espansione urbana incontrollata incide sulla qualità della vita. Bisogna infatti considerare la vicinanza ai trasporti e ai servizi comuni in modo da limitare l'uso dell'automobile e favorire quindi spostamenti a piedi o in bicicletta. In molti siti

urbani esistono diversi edifici che possono essere ristrutturati riducendo l'impiego di nuovi materiali attraverso il recupero di quelli esistenti.
A livello economico costruire in zone ad elevata densità edilizia comporta un notevole beneficio grazie alla riduzione o anche eliminazione di nuove infrastrutture che includono strade, opere di urbanizzazione. Inoltre se le zone sono servite da mezzi di trasporto allora è possibile ridurre i costi sottodimensionando i parcheggi di progetto.
D'altra parte però costruire all'interno di un edificato urbano può comportare costi più elevati dovuti ai vincoli del sito, ai suoli da bonificare e altri aspetti.

Per valutare la densità edilizia di un progetto si devono calcolare la densità del sito di progetto e la densità dell'area circostante.

- *SS credito 4: Vicinanza ai servizi. 2 punti*

→ Indirizzare lo sviluppo edilizio verso aree urbane dove sono già presenti servizi e infrastrutture. Incoraggiare modelli insediativi che favoriscano l'andare a piedi e in bicicletta, riducendo la dipendenza dalle automobili private e dagli impatti ambientali a queste associate (consumo del territorio e di risorse non rinnovabili per costruire parcheggi e strade oltre al disturbo del flusso naturale delle acque piovane e all'effetto isola di calore urbana).

Si deve quindi costruire in zone già edificate che contengano almeno 10 servizi di base, collegati pedonalmente all'edificio o attraverso piste ciclabili, entro un'area di raggio pari a 500m con centro nel lotto analizzato (indicata nelle planimetrie insieme al nome commerciale e alla tipologia di servizi presenti).

- *SS credito 5: Vicinanza ai trasporti collettivi. 2 punti*

→ Favorire l'uso si sistemi di trasporto collettivi, riducendo così la dipendenza dalle automobili private e dagli impatti ambientali a queste associate.

Si può fare riferimento a due opzioni: 1) Vicinanza alla stazione ferroviaria (1 punto; localizzare il progetto ad una distanza percorribile a piedi inferiore a 800m,

misurata dall'accesso principale dell'edificio in progetto ad una stazione ferroviaria o di metropolitana leggera o sotterranea esistente oppure pianificata e finanziata);
2) Vicinanza a fermate di trasporti collettivi (CASO 1: 1 punto; localizzare il progetto ad una distanza percorribile a piedi inferiore a 400m, misurata dall'accesso principale dell'edificio in progetto ad una o più fermate di due o più linee di autobus pubblici, tram o servizi di bus navetta utilizzabili dagli occupanti l'edificio. CASO 2: 2 punti; localizzare il progetto ad una distanza percorribile a piedi inferiore a 400m, misurata dall'accesso principale dell'edificio in progetto ad una o più fermate di due o più linee di autobus pubblici, tram o servizi di bus navetta utilizzabili dagli occupanti l'edificio, di cui almeno una linea sia di collegamento con la stazione ferroviaria).
Il numero complessivo di corse giornaliere deve essere superiore a 60.
Nel caso in cui siano soddisfatte l'opzione 1 e il caso 2 dell'opzione 2, il punteggio massimo conseguibile per il credito sarà comunque di due punti.
A livello economico la vicinanza ai servizi di trasporto collettivo può aumentare il valore dell'immobile. Inoltre il trasporto collettivo può sensibilmente ridurre i costi associati all'utilizzo dell'automobile privata.

- *SS credito 6: Gestione del sito. 2 punti*

→ conservare le aree naturali e i paesaggi agrari esistenti, riqualificare le aree danneggiate per fornire l'habitat a flora e fauna e promuovere la biodiversità.

Sia che si costruisca in aree verdi, sia in aree antropizzate, è necessario proteggere una buona percentuale dell'area di progetto attraverso l'utilizzo di confini rigorosi, in modo da preservare l'habitat e i percorsi di migrazione della fauna selvatica, oltre all'individuazione di aree di deposito, stoccaggio e raccolta di materiali e rifiuti e pavimentazioni di servizio per le aree di lavorazione.
L'impiego di specie autoctone (originarie del luogo) riduce i costi della manutenzione, poiché si minimizza il ricorso a fertilizzanti, pesticidi e acqua per l'irrigazione. Inoltre piantumazioni strategiche che ombreggino l'edificio possono diminuire la necessità di raffrescamento durante i mesi caldi, riducendo i costi energetici.

- *SS credito 7: Spazi verdi. 3 punti*

→ Fornire un'elevata quantità di spazio aperto a verde in rapporto all'impronta di sviluppo per promuovere la biodiversità.

L'approccio è quello di scegliere un'impronta di sviluppo e una localizzazione che minimizzino il disturbo sull'ecosistema esistente. Si considerano quindi aspetti come l'orientamento dell'edificio, la luce naturale, l'effetto isola di calore, la generazione di acque meteoriche di dilavamento, la presenza significativa di vegetazione, la presenza di rotte di migrazione. Si deve progettare e costruire parcheggi, strade ed edifici con impronta compatta attraverso un programma di contenimento delle esigenze e sviluppando l'edificio in verticale.

- *SS credito 8: Effetto isola di calore: superfici esterne. 2 punti*

→ Ridurre gli effetti dell'isola di calore locale (differenze di gradiente termico fra aree urbanizzate e aree verdi) derivanti dalle aree esterne, al fine di minimizzare, con adeguati criteri progettuali, l'impatto sul microclima e sull'habitat umano e animale.

Per perseguire questo scopo sono possibili due opzioni: 1) giocare sull'ombreggiatura delle superfici esterne attraverso piantumazioni, pannelli fotovoltaici e/o solari oppure con elementi architettonici per bloccare la luce solare diretta; 2) utilizzare materiali per la pavimentazione di colore chiaro, limitando comunque l'area di superficie impermeabile.
Diminuire l'effetto isola di calore riduce la necessità di raffrescamento estivo, i consumi di energia e la generazione di gas serra e inquinanti, nonché riduce le infrastrutture necessarie correlate.
A livello economico i costi iniziali potrebbero risultare elevati per una maggior cura nella definizione degli spazi esterni, ma consentono sensibili risparmi di energia derivanti dalla riduzione dei consumi necessari per il raffrescamento.
A seconda dell'opzione seguita si calcolerà la percentuale di area pavimentata ombreggiata (opzione 1) oppure la percentuale di area pavimentata ad elevato albedo (opzione 2); in ogni caso dovrà essere maggiore o uguale al 50% dell'area

totale delle superfici pavimentate, includendo strade, marciapiedi, cortili e parcheggi.
L'intensità dell'effetto isola di calore dipende comunque dalle condizioni metereologiche, dal clima, dalla prossimità ai corsi d'acqua e dalla topografia.

- *SS credito 9: Effetto isola di calore: coperture. 1 punto*

→ Ridurre gli effetti dell'isola di calore locale (differenze di gradiente termico fra aree urbanizzate e aree verdi) derivanti dalle coperture degli edifici, al fine di minimizzare, con adeguati criteri progettuali, l'impatto sul microclima e sull'habitat umano e animale.

L'uso di superfici di copertura scure, non riflettenti, contribuiscono all'effetto isola di calore assorbendo il calore del sole che poi viene irradiato nelle aree circostanti. Ciò comporta l'innalzamento delle temperature ambientali nelle aree urbane, che provocano un maggiore utilizzo degli impianti di raffrescamento che a loro volta aumentano i consumi elettrici, le emissioni di gas serra e l'inquinamento atmosferico.
La scelta deve quindi ricadere su coperture alto riflessive (necessario il calcolo dell'SRI - indice di riflessione solare), tetti verdi o una combinazione delle due strategie. Un tetto verde è un sistema stratificato composto da vegetazione, substrato culturale, filtro di tessuto, drenaggio e da una membrana impermeabile, sopra un tetto convenzionale. Questa tipologia di tetto può ridurre l'effetto isola di calore perché vengono sostituite le superfici che assorbono il calore con piante, arbusti e piccoli alberi, adatti alle condizioni climatiche locali, che rinfrescano l'aria attraverso l'evapotraspirazione. Tutti i tipi di copertura a verde richiedono manutenzione semi annuale.

- *SS credito 10: Gestione acque meteoriche. 2 punti*

→ Limitare il disturbo alle caratteristiche del sito per minimizzare il disturbo idrogeologico.
Si progetta quindi in modo tale che una superficie pari ad almeno il 70% del lotto, esclusa l'impronta dell'edificio, sia permeabile.

- *SS credito 11: Aree comuni: spazi di relazione e spazi comuni. max 4 punti*

→ Dotare gli edifici multi famigliari con non meno di cinque unità immobiliari di aree e spazi comuni, interne ed esterne all'edificio, che svolgano funzione di “spazi di relazione” di proprietà ed uso comune dell'intero edificio e spazi per il deposito delle biciclette.

La presenza di spazi tecnici collettivi che raggruppano una serie di funzioni che in altra maniera sarebbero svolte in forma privata all'interno dell'unità immobiliare, oppure che non avrebbero modo di essere espletate per carenza di spazi, attiva dei meccanismi di risparmio di risorse energetiche e quindi un beneficio diretto per l'ambiente.

A livello economico i maggiori costi di realizzazione dell'intervento edilizio per ricavare ed adeguare aree comuni a questi scopi sono ripagati nel tempo da un ritorno economico derivato dalla fruizione gratuita dei servizi correlati, oltre ad un ritorno di tipo sociale derivato dal maggior senso di appartenenza al luogo della residenza.

La metratura delle aree comuni sarà valutata in base al numero di occupanti teorici.

2.2. Gestione delle Acque (10 punti)

Il prerequisito e i due crediti di quest'area approcciano le tematiche legate all'uso e alla gestione delle acque negli edifici.

GA Prerequisito 1 Riduzione del consumo delle acque ad uso domestico *Obbligatorio*

GA Credito 1 Riduzione del consumo delle acque ad uso domestico *max 6 punti*

GA Credito 2 Riduzione del consumo delle acque a scopo irriguo *max 4 punti*

- *GA prerequisito 1: Riduzione del consumo delle acque ad uso domestico. Obbligatorio*

→ Ridurre la domanda di acqua all'interno degli edifici attraverso l'impiego di apparecchi ed accessori tecnologici efficienti.

Si cerca di implementare strategie che complessivamente realizzino un risparmio idrico del 20% rispetto al caso di riferimento calcolato per l'edificio in oggetto (escludendo l'irrigazione). Ridurre il consumo di acqua potabile diminuisce i costi di gestione dell'edificio e genera un più ampio beneficio economico.
Modi efficaci per ridurre l'utilizzo di acqua potabile comprendono: installazione di riduttori di flusso e/o aeratori con flusso ridotto su lavabi, lavelli e docce; cartucce a doppio scatto; installazione e manutenzione di rubinetterie elettroniche e temporizzate; installazione di apparecchiature con bassi regimi di consumo; installazione di apparecchi senz'acqua.
É necessario calcolare il consumo idrico previsto per l'edificio di riferimento, stimando il numero di abitanti per la frazione residenziale e il numero di occupanti FTE per la frazione non residenziale.

- *GA credito 1: Riduzione del consumo delle acque ad uso domestico. 1-6 punti*

→ Minimizzare la domanda di acqua all'interno degli edifici attraverso l'impiego di apparecchi e accessori efficienti e/o sistemi di captazione, accumulo e filtraggio di acqua meteorica per usi domestici.

Per il conseguimento del credito si possono seguire due opzioni, tra loro cumulabili, che conferiscono al massimo 3 punti ciascuna: 1) adottare strategie che consentano il contenimento della domanda di acqua per l'edificio di progetto, rispetto all'edificio di riferimento (escludendo l'irrigazione delle aree a verde); 2) realizzare strategie per il recupero di acque non potabili come l'adozione di un sistema per il trattamento acque grigie e/o sistemi per il recupero delle acque meteoriche per usi interni non potabili (es. cassette WC).

- *GA credito 2: Riduzione del consumo delle acque a scopo irriguo. 1-4 punti*

→ Limitare o evitare l'impiego di acqua potabile, di superficie o dal sottosuolo per l'irrigazione delle aree a verde.

Per ottenere questo credito occorre adottare provvedimenti sulle caratteristiche dei suoli, sulle specie utilizzate e sugli impianti di irrigazione, oltre all'impiego di acqua piovana. Il credito poi è perseguibile solo se la superficie delle aree a verde è almeno pari al 20% delle aree esterne con un minimo di 10mq.

L'utilizzo di acqua meteorica per irrigazione comporta, da un lato, costi iniziali aggiuntivi per la necessità di realizzare il sistema di captazione, di accumulo e di pompaggio, strategie di irrigazione altamente efficiente come sistemi di micro irrigazione, sensori di umidità, sensori di pioggia, controllori basati su sistemi di evapotraspirazione, ma dall'altro lato riduce i costi di esercizio.

I calcoli vanno sviluppati in tre fasi successive: nella prima vengono determinati i punteggi parziali conseguibili per effetto delle caratteristiche dei suoli, specie e impianto di irrigazione; nella seconda i punteggi parziali conseguibili per la presenza di un sistema di captazione e accumulo di acqua piovana per irrigazione; nella terza si determina il punteggio finale conseguito risultante dai calcoli delle prime due fasi.

2.3. Energia e Atmosfera (30 punti)

APPROCCIO PRESTAZIONALE
Punteggio massimo perseguibile: 30 punti

EA Prerequisito 1
Prestazioni energetiche minime
Obbligatorio

EA Prerequisito 5
Gestione dei fluidi refrigeranti
Obbligatorio

EA Credito 1
Ottimizzazione delle prestazioni energetiche
max 27 punti

EA Credito 6
Produzione e distribuzione efficiente di acqua calda sanitaria
3 punti

APPROCCIO PRESCRITTIVO
Punteggio massimo perseguibile: 30 punti

EA Prerequisito 2
Prestazioni minime dell'involucro opaco
Obbligatorio

EA Prerequisito 3
Tenuta all'aria del sistema involucro
Obbligatorio

EA Prerequisito 4
Prestazioni minime dell'involucro trasparente
Obbligatorio

EA Prerequisito 5
Gestione dei fluidi refrigeranti
Obbligatorio

EA Credito 2
Prestazioni avanzate dell'involucro opaco
2 punti

EA Credito 3
Prestazioni avanzate di tenuta all'aria del sistema involucro
max 3 punti

EA Credito 4
Prestazioni avanzate involucro trasparente
max 3 punti

EA Credito 5
Prestazioni avanzate dei sistemi di distribuzione dei fluidi per la climatizzazione invernale ed estiva
max 4 punti

EA Credito 6
Produzione e distribuzione efficiente di acs
3 punti

EA Credito 7
Illuminazione
max 2 punti

EA Credito 8
Elettrodomestici
max 3 punti

EA Credito 9
Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili
max 7 punti

EA Credito 10
Efficienza dei sistemi di generazione per la climatizzazione invernale ed estiva
max 3 punti

Questa macro area propone due approcci alternativi che consentono di raggiungere al massimo 30 punti ciascuno. Il primo approccio è definito prestazionale e si basa sulla valutazione della prestazione energetica globale dell'edificio, secondo due modelli alternativi. Il secondo approccio è invece di tipo prescrittivo e si basa sulla caratterizzazione di singoli componenti del sistema edificio-impianti.
Una migliore prestazione energetica si traduce in minori costi di esercizio.

- *EA prerequisito 1: Prestazioni energetiche minime. Obbligatorio*

→ Raggiungere un livello di prestazione energetica globale dell'edificio minimo di riferimento.

Si possono seguire due opzioni:
- Opzione 1: procedura semplificata

Si prevede il conseguimento di un valore di prestazione energetica dell'edificio che includa i fabbisogni di energia primaria per la climatizzazione invernale (*i*), estiva(*e*), per la produzione di acqua calda sanitaria (*acs*), per l'illuminazione (*ill*), per gli usi di processo (*proc*), e il contributo dei sistemi di produzione di energia da fonti rinnovabili (*rinn*), inferiore di almeno il 10% rispetto alla prestazione energetica di un edificio di riferimento.

La riduzione si calcola come:

$$\left(1-\frac{EP_{i}+EP_{e}+EP_{acs}+EP_{ill}+EP_{proc}-E_{rinn}}{EP_{i\ ,\ lim}+EP_{e\ ,\ lim}+EP_{acs\ ,\ lim}+EP_{ill\ ,\ lim}+EP_{proc\ ,\ lim}-EP_{rinn\ ,\ lim}}\right)*100\geqslant 10$$

con EP = indice di prestazione energetica

- Opzione 2: simulazione termoenergetica in regime dinamico

Si richiede di dimostrare un miglioramento percentuale dell'indice di prestazione energetica dell'edificio proposto, rispetto alla stima dei consumi di energia primaria dell'edificio di riferimento, utilizzando un modello di simulazione numerica

dell'intero edificio.

$$\frac{prestazione\ energetica\ edificio\ di\ progetto}{prestazione\ enrgetica\ edificio\ di\ riferimento} \geqslant 10\ \%$$

L'efficienza energetica negli edifici limita gli effetti collaterali nocivi per l'ambiente legati alla produzione, distribuzione e all'utilizzo di energia. In un processo di progettazione integrata, le misure di efficienza energetica possono essere implementate in unione con quelle per la qualità dell'ambiente interno per aumentare il comfort dell'edificio, riducendone i costi operativi.

- *EA prerequisito 2: Prestazioni minime dell'involucro opaco. Obbligatorio*

→ Raggiungimento di un livello di prestazione minima dei componenti di involucro opaco disperdenti. La corretta installazione di soluzioni con bassa trasmittanza permette un sostanziale risparmio energetico, un maggiore comfort per gli occupanti ed aumenta la durabilità del sistema grazie al controllo della condensazione interstiziale.

Si deve raggiungere un isolamento termico sufficiente a ridurre del 5% per edifici esistenti e del 10% per edifici di nuova costruzione, i valori di trasmittanza termica (U) dei componenti opachi come specificato in apposite tabelle in funzione della zona climatica e diversificando tra strutture opache orizzontali (coperture, pavimenti) e verticali. La trasmittanza termica è il parametro convenzionalmente utilizzato per identificare la prestazione di una soluzione d'involucro in termini di isolamento termico. La realizzazione di edifici con trasmittanze termiche elevate pregiudica il comportamento dell'edificio stesso nel suo complesso.

- *EA prerequisito 3: Tenuta all'aria del sistema involucro. Obbligatorio*

→ L'obiettivo del prerequisito consiste nell'aumentare l'efficienza energetica complessiva dell'involucro riducendo tutte le perdite dovute a infiltrazioni d'aria attraverso i componenti costruttivi dato che la corretta realizzazione dell'involucro termico permette un miglior risparmio energetico e un maggiore comfort per gli occupanti.

Questo prerequisito sposa il principio di qualità costruttiva complessiva di un edificio.

Per raggiungere gli obiettivi del prerequisito si richiede il raggiungimento di un livello minimo di tenuta all'aria secondo una norma UNI. Si possono seguire due strade:

CASO 1: Edifici per i quali a calcolo si prevede il conseguimento della classe A secondo la legislazione energetica in vigore (regionale, se presente, o nazionale altrimenti) hanno l'obbligo del Blower Door Test con valori di $n_{50} = 3h^{-1}$

CASO 2: Tutte le altre classi energetiche hanno l'obbligo di rispettare le indicazioni della UNI/TS 11300:2008.

- *EA prerequisito 4: Prestazioni minime dell'involucro trasparente. Obbligatorio*

→ Raggiungimento di un livello di prestazione minima dei componenti di involucro trasparenti disperdenti (circa un quarto delle perdite e dei guadagni di calore hanno luogo attraverso le superfici trasparenti degli edifici).

Progettare ed installare finestre e porte in vetro che abbiano valori di trasmittanza vetro+infisso (U_w) almeno pari a quelli riportati in tabella a seconda della zona climatica:

Zona Climatica	A	B	C	D	E	F
U_w (W/m^2K)	$\leq$3,9	$\leq$2,5	$\leq$2,2	$\leq$2,00	$\leq$1,90	$\leq$1,70

É obbligo inoltre il controllo solare in stagione estiva.

La trasmittanza termica U_w fornisce una misura della quantità di calore perso attraverso una finestra e gli elementi che la costituiscono, più basso è il valore numerico e minori sono le dispersioni energetiche oppure maggiore è la resistenza offerta al flusso di calore che attraversa l'elemento finestrato. I fattori che determinano le prestazioni di una finestra sono: il tipo di vetro, il rapporto tra superficie vetrata e la superficie del telaio, il numero e lo spessore delle intercapedini, il materiale del telaio, il numero di lastre di vetro, il profilo a bordo caldo e il tipo di gas.

A livello economico si hanno notevoli benefici di risparmio in termini di costi di gestione e manutenzione degli impianti; il minor costo della dotazione impiantistica installata può compensare il sovra costo dell'investimento, in strutture finestrate efficienti, e ridurne il tempo di ammortamento.

- *EA prerequisito 5: Gestione dei fluidi refrigeranti. Obbligatorio*

→ Selezionare e testare i sistemi di condizionamento estivo ad uso residenziale al fine di garantire ottimali prestazioni e ridurre al minimo l'emissione di composti che contribuiscono al riscaldamento globale e alla distruzione delle molecole di ozono.

Risulta necessario fornire informazioni sul refrigerante utilizzato nel sistema di condizionamento che non deve essere a base di CFC (cloro-fluoro-carburi) né di HCFC (hydro-cloro-fluoro-carburi); questi componenti nel corso della vita dei sistemi impiantistici vengono rilasciati nell'atmosfera sotto forma di perdite e causano danni significativi allo strato protettivo di ozono presente nell'atmosfera terrestre, riducendo la capacità della stratosfera di assorbire una parte della radiazione ultravioletta del sole.

Nel caso in cui si utilizzino sistemi HVAC con fluidi refrigeranti HCFC è necessario rispettare la seguente equazione:

$$LCGWP < 13$$

dove LCGWP rappresenta il potenziale di riscaldamento globale nel ciclo di vita [kg CO_2/kWanno], definito come

$$LCGWP = \frac{GWPr * (L_r * Life + M_r) * R_c}{Life}$$

GWPr = potenziale di riscaldamento globale del refrigerante [kgCO2/Kg di refrigerante]

L_r = percentuale di perdite annue del refrigerante (valore di default: 2%)

Life = vita del sistema (10-35 anni)
M_r = perdite del refrigerante a fine vita (2-10% , valore di default: 5%)
R_c = carica di refrigerante (da 0,065 a 0,65 kg di refrigerante per kW di potenza frigorifera)

- *EA credito 1: Ottimizzazione delle prestazioni energetiche. 27 punti*

→ Raggiungere un livello di prestazione energetica globale dell'edificio in progetto inferiore a quella dell'edificio di riferimento.

Si dovrà procedere adottando una delle due opzioni di calcolo, una semplificata e l'altra facendo uso di una simulazione termoenergetica in regime dinamico.
A seconda della riduzione percentuale verrà applicato un punteggio diverso che varierà a seconda delle due opzioni e del tipo di costruzione (nuova o ristrutturata).

- *EA credito 2: Prestazioni avanzate dell'involucro opaco. 2 punti*

→ Raggiungimento di successivi livelli di prestazione termofisica dei componenti di involucro opaco. La corretta installazione di soluzioni con bassa trasmittanza permette un sostanziale risparmio energetico, un maggiore comfort per gli occupanti e aumenta la durabilità del sistema grazie al controllo della condensazione interstiziale.

Si deve raggiungere un isolamento termico sufficiente a ridurre del 10% per edifici esistenti e del 15% per edifici di nuova costruzione, i valori di trasmittanza termica (U) dei componenti opachi come specificato in tabelle, in funzione della zona climatica.

- *EA credito 3: Prestazioni avanzate di tenuta all'aria del sistema involucro. 3 punti*

→ Migliorare l'efficienza energetica complessiva dell'involucro riducendo tutte le perdite dovute alle infiltrazioni d'aria attraverso i componenti costruttivi, rispetto al livello raggiunto nel prerequisito 3 di questa sezione.

Si deve ottenere una prestazione migliorativa rispetto al prerequisito e sono possibili due livelli di miglioramento: miglioramento prestazionale (2 punti; la ventilazione controllata è consigliata) o massimizzazione prestazionale (3 punti; la ventilazione controllata è obbligatoria).

- *EA credito 4: Prestazioni avanzate dell'involucro trasparente. 3 punti*

→ Raggiungimento di successivi livelli di prestazione termofisica e visiva dei componenti di involucro trasparente.

Il credito si può conseguire adottando una delle due opzioni a scelta, l'opzione 1 conferirà 2 punti (miglioramento prestazionale), mentre l'opzione 2 ne conferirà 3 (massimizzazione prestazionale).
Si deve calcolare il valore della trasmittanza vetro + infisso U_w e i limiti saranno funzione della zona climatica, oltre che dell'opzione scelta.

- *EA credito 5: Prestazioni avanzate dei sistemi di distribuzione dei fluidi per la climatizzazione invernale ed estiva. 1-4 punti*

→ Minimizzare le dispersioni energetiche connesse al sistema di distribuzione degli impianti di climatizzazione.

Per conseguire questo credito è necessario il perseguimento di alcuni punti a seconda che si tratti di sistemi che prevedono una climatizzazione basata su un sistema ad aria, oppure sistemi che prevedono una climatizzazione basata su un sistema ad acqua, oppure sistemi misti.
La riduzione delle perdite di massa e di energia verso l'esterno da parte dei sistemi di distribuzione determina un minore consumo di combustibili fossili con conseguenti vantaggi economici.

- *EA credito 6: Produzione e distribuzione efficiente di acqua calda sanitaria. 3 punti*

→ Riduzione dei consumi energetici connessi al sistema di produzione e distribuzione di acqua calda sanitaria, compreso il miglioramento dell'efficienza sia del progetto del sistema di acqua calda sanitaria, sia nella disposizione degli apparecchi sanitari e dei relativi collegamenti.

Il raggiungimento di questo credito è possibile attraverso 3 opzioni, potenzialmente cumulabili, che forniscono un punto ciascuna: 1) efficiente distribuzione di acqua calda (limiti nella lunghezza totale del circuito di ricircolo di acqua calda sanitaria e del sistema di distribuzione principale); 2) isolamento delle tubazioni per minimizzare le perdite (valori di resistenza termica R funzione del diametro della tubazione); 3) dispositivi di produzione di acqua calda sanitaria ad alta efficienza, premiando l'utilizzo di fonti rinnovabili o sistema a pompa di calore.

La produzione di energia da fonti rinnovabili in sito e il risparmio energetico derivante dall'ottimizzazione dei sistemi di trasporto ed utilizzo di acqua potabile si traduce in un risparmio sui costi e sull'utilizzo di fonti fossili oltre a ridurre le conseguenze delle fluttuazioni del mercato dell'energia e dell'acqua.

- *EA credito 7: Illuminazione. 1-2 punti*

→ Riduzione dei consumi energetici connessi con l'illuminazione di interni ed esterni.

Il raggiungimento di questo credito è possibile attraverso due opzioni alternative: miglioramento dell'efficienza energetica del sistema di illuminazione, sia interna (1 punto) che delle zone comuni con lampade ad alta efficienza luminosa (1 punto); oppure illuminazione avanzata attraverso l'installazione di lampade ad alta efficienza luminosa nell'80% degli apparecchi illuminanti di tutto l'edificio oltre a prevedere rilevatori di movimento o relè crepuscolari.

Gli apparecchi illuminanti dotati di lampade fluorescenti consumano circa il 50-75% in meno rispetto a quelli con lampade incandescenti convenzionali; quelle

compatte e a led il 75% in meno di energia, producono il 75% di calore in meno e durano fino a 10 volte più a lungo. Il minor consumo di energia elettrica oltre a portare benefici di aspetto ambientale, porta ad un risparmio economico sul lungo periodo, in quanto si ha una riduzione delle spese di acquisto di energia elettrica.

- *EA credito 8: Elettrodomestici. 1-3 punti*

→ Ridurre il consumo di energia e di acqua degli elettrodomestici.

Si può fare riferimento a due opzioni cumulabili: una è quella di adottare elettrodomestici ad alta efficienza, massimo 1 punto, quali frigoriferi di classe A++, lavatrici e lavastoviglie di classe energetica A+; l'altra è l'adozione di elettrodomestici in grado di sfruttare la produzione di acqua calda in carico all'impianto, massimo 2 punti.

Gli elettrodomestici sono responsabili dal 20% al 30% dell'uso di energia di un abitazione e del 25% dell'uso di acqua. Un uso efficiente degli elettrodomestici permette un risparmio sostanziale sia di energia che di acqua (20%-30% di acqua in meno rispetto agli elettrodomestici convenzionali).

Ridurre il consumo di energia elettrica porta ad una riduzione delle emissioni di CO_2, oltre ad un risparmio economico sul lungo periodo. Ridurre l'utilizzo di acqua protegge il ciclo naturale dell'acqua e la necessità di utilizzi chimici nel trattamento delle acque e contemporaneamente riduce l'uso di energia e le relative emissioni di gas serra per il trattamento e la distribuzione.

Per valutare la classe energetica degli elettrodomestici è necessario calcolare l'Indice di Efficienza Energetica (IEE):

$$IEE = \frac{AE_c}{SAE_c} * 100$$

dove:

AE_c = consumo annuo di energia dell'apparecchio di refrigerazione per uso domestico [kWh/anno],

SAE_c = consumo annuo standard di energia dell'apparecchio di refrigerazione per uso domestico [kWh/anno].

Il calcolo di Ae_c e di SAE_c dipende dal tipo di elettrodomestico.

- *EA credito 9: Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. 1-7 punti*

→ Raggiungimento di un livello di copertura della domanda di energia elettrica da fonti rinnovabili (energia solare, eolica, geotermica, prodotta da combustibili rinnovabili, prodotta dal movimento delle maree e dei flussi d'acqua).

É necessario valutare l'energia fornita dal sistema ad energia rinnovabile attraverso una modellazione energetica. Il fabbisogno elettrico annuo E_{tot} di riferimento in kWh è definito come somma delle voci di domanda energetica dell'abitazione connesse agli usi elettrici:

$$E_{tot} = E_{ill} + E_{proc} + E_{p,raffr} + E_{p,risc}$$

Il beneficio ambientale complessivo conseguente alle fonti rinnovabili dipende dalla sorgente di energia e dal processo da cui è ricavata e si traduce in un risparmio sui costi dell'energia. L'autogenerazione di energia elettrica consente di ridurre i consumi e offre una maggiore certezza sui costi di produzione per gli anni a venire a differenza dell'energia elettrica prodotta da combustibili fossili.

É fondamentale eseguire una ricerca delle tecnologie disponibili, considerando i fattori climatici, geografici e regionali che influenzano l'adeguatezza di una fonte rinnovabile per il fabbisogno energetico di un edificio.

- *EA credito 10: Efficienza dei sistemi di generazione per la climatizzazione invernale ed estiva. 3 punti*

→ Riduzione dei consumi energetici connessi ai sistemi di riscaldamento e raffrescamento.

Per conseguire tale credito si devono utilizzare sistemi HVAC che rispettino determinati valori di indice di prestazione COP ed EER, quali pompe di calore elettriche o pompe di calore a gas. Nel caso invece si utilizzino generatori tipo caldaia o stufa essi devono avere rendimento termico utile maggiore o uguale al 98,5%.

A seconda dell'indice di prestazione ottenuto e del tipo di sistema, si ricadrà in un determinato livello che consentirà di ricevere da 1 a 3 punti.

2.4. Materiali e Risorse (15 punti)

I crediti in questa sezione si focalizzano su due importanti problematiche: l'impatto ambientale dei materiali che entrano all'interno del processo edilizio e la minimizzazione dello smaltimento in discariche e inceneritori dei materiali che escono dall'edificio.

MR Prerequisito 1
Raccolta e stoccaggio dei materiali riciclabili
Obbligatorio

MR Prerequisito 2
Gestione dei rifiuti da costruzione
Obbligatorio

MR Credito 1
Riutilizzo di materiali strutturali e non strutturali degli edifici
max 3 punti

MR Credito 2
Gestione dei rifiuti da costruzione
max 2 punti

MR Credito 3
Materiali a bassa emissione
max 3 punti

MR Credito 4
Contenuto di riciclato
max 2 punti

MR Credito 5
Materiali estratti, lavorati e prodotti a distanza limitata (materiali regionali)
max 2 punti

MR Credito 6
Materiali derivanti da fonti rinnovabili
2 punti

MR Credito 7
Legno certificato
1 punto

Perseguire l'ottenimento dei crediti nell'ambito di Materiali e Risorse (MR) può ridurre la quantità di rifiuti e migliorare l'ambiente dell'edificio attraverso la gestione responsabile dei rifiuti e la selezione dei materiali. Infatti durante il ciclo di vita di un materiale, la sua estrazione, la sua lavorazione, il trasporto, l'utilizzo e lo smaltimento, possono avere conseguenze negative sulla salute e sull'ambiente, attraverso l'inquinamento dell'aria e dell'acqua, la distribuzione degli habitat naturali e il depauperamento delle risorse naturali.
Il riutilizzo e il riciclaggio non solo aiuta l'ambiente, ma consente anche un risparmio economico.
I crediti di questa sezione si focalizzano quindi su due importanti problematiche: l'impatto ambientale dei materiali che entrano all'interno del processo edilizio e la minimizzazione dello smaltimento in discariche e inceneritori dei materiali che escono dall'edificio.

- *MR prerequisito 1: Raccolta e stoccaggio dei materiali riciclabili. Obbligatorio*

→ Ridurre la quantità di rifiuti, prodotti dagli occupanti dell'edificio che vengono trasportati e smaltiti in discarica.

É necessario predisporre una zona facilmente accessibile all'interno dell'edificio dedicata alla raccolta e allo stoccaggio di materiali destinati al riciclaggio, tra cui, come minimo, carta, cartone, vetro, plastica, metalli e umido (rifiuti organici), coinvolgendo anche le imprese di trasporto locali che organizzeranno i servizi di raccolta in sito. Il riciclaggio di questi materiali riduce la necessità di estrarre risorse naturali vergini; la diminuzione di rifiuti depositati in discarica permette di minimizzare l'inquinamento del suolo, dell'acqua e dell'aria. Più la partecipazione della comunità è alta, maggiori sono le quantità di materiale riciclato e, di conseguenza, maggiore è la stabilità del mercato di materiali riciclati.
A livello economico infrastrutture di riciclaggio, come aree per la raccolta e cassonetti, possono richiedere maggiori costi e occupare spazio che potrebbe essere utilizzato in altro modo; tuttavia il riciclaggio permette risparmi significativi, grazie alla riduzione dei costi di smaltimento in discarica e delle tasse di

conferimento. Alcuni materiali riciclabili possono generare ritorni economici che possono contribuire a compensare il costo della raccolta e della lavorazione.
Esistono linee guida per il dimensionamento delle aree di raccolta e di stoccaggio che devono essere chiaramente contrassegnate.

- *MR prerequisito 2: Gestione dei rifiuti da costruzione. Obbligatorio*

→ Deviare i rifiuti delle attività di costruzione e demolizione dal conferimento in discarica o agli inceneritori. Reimmettere le risorse riciclabili recuperate nel processo produttivo e reindirizzare i materiali riutilizzabili in appositi siti di raccolta.

Questo credito prende in considerazione quanto del materiale di scarto, in uscita dal sito di progetto, viene deviato dalle discariche, rapportato con l'ammontare totale dei rifiuti prodotti dal sito. Per conseguire questo requisito è importante sviluppare e implementare un piano di gestione dei rifiuti di cantiere che, come minimo, identifichi i materiali da non conferire in discarica e la scelta della opzione adottata: 1) rifiuti di demolizione e costruzione separati in sito in modo differenziato prima di essere prelevati da una ditta autorizzata e convenzionata, la quale effettua lo stoccaggio differenziato ed il riciclo direttamente e/o cede i rifiuti differenziati a terzi; 2) rifiuti di demolizione e costruzione non separati in sito ma prelevati da una o più ditte autorizzate e convenzionate che li trasportano in un proprio sito autorizzato ed attrezzato, dove per conto dell'impresa verrà effettuata la differenziazione e lo stoccaggio.
Il terreno di scavo e i detriti risultanti dallo sgombero del terreno non contribuiscono a questo credito.
É comunque necessario utilizzare strategie di progetto che minimizzino i rifiuti, come la prefabbricazione degli elementi e componenti, la costruzione modulare e l'acquisto di materiali tagliati a misura. Riciclare i rifiuti generati dalle attività di costruzione e di demolizione riduce la richiesta di risorse vergini e l'impatto ambientale associato all'estrazione, alla lavorazione e, in molti casi, al trasporto delle risorse. La pianificazione della gestione dei rifiuti richiede tempo e denaro per essere sviluppata e implementata; nel lungo termine, tuttavia, essa funge da guida per ottenere notevoli risparmi nell'intero processo di costruzione.

- *MR credito 1: Riutilizzo di elementi strutturali e non strutturali degli edifici. 1-3 punti*

→ Estendere il ciclo di vita del patrimonio edilizio esistente, preservare le risorse, conservare i beni culturali, ridurre i rifiuti e l'impatto ambientale delle nuove costruzioni, anche in relazione alla produzione e al trasporto dei materiali.

In base a tre opzioni tra loro cumulabili, viene fornita una percentuale minima di riutilizzo di un edificio conferendo un punto ciascuna: involucro e strutture (mantenere la struttura dell'edificio esistente e dell'involucro edilizio, ad esclusione di infissi esterni verticali e orizzontali); partizioni interne (mantenere gli elementi non strutturali interni esistenti, quali partizioni interne e tramezze); finiture (mantenere gli elementi di finitura interni esistenti verticali e orizzontali, come infissi interni, rivestimenti, controsoffitti, contropareti).

Tipologia	Percentuale minima di riutilizzo	Punteggio
Involucro e strutture	70%	1
Partizioni interne	50%	1
Finiture	30%	1

Il riutilizzo degli edifici esistenti è una strategia molto vantaggiosa per la riduzione dell'impatto ambientale globale delle costruzioni, riduce significativamente i consumi energetici associati al processo di demolizione e smaltimento dei rifiuti, oltre all'impatto ambientale dovuto a estrazione, lavorazione e trasporto di materie prime.

Nonostante riadattare l'edificio esistente al fine di soddisfare le nuove esigenze progettuali ed i requisiti del credito possa aggiungere complessità al progetto e alla costruzione, il riutilizzo dei componenti esistenti può ridurre i costi globali di costruzione oltre a quelli legati alla demolizione, agli oneri di trasporto in discarica, all'acquisto di nuovi materiali da costruzione ed alla forza lavoro. Tuttavia è comunque necessario documentare che gli elementi che si vogliono riutilizzare possano essere effettivamente recuperati e adottare gli accorgimenti doverosi per la loro conservazione e il loro mantenimento a lavoro ultimato.

- *MR credito 2: Gestione dei rifiuti da costruzione. 1-2 punti*

→ Deviare i rifiuti delle attività di costruzione e demolizione dal conferimento in discarica o agli inceneritori. Reimmettere le risorse riciclabili recuperate nel processo produttivo e reindirizzare i materiali riutilizzabili in appositi siti di raccolta.

Questo credito prende in considerazione quanto del materiale di scarto, in uscita dal sito di progetto, viene deviato dalle discariche, rapportato con l'ammontare totale dei rifiuti prodotti dal sito. Per conseguire questo requisito è importante sviluppare e implementare un piano di gestione dei rifiuti di cantiere che, come minimo, identifichi i materiali da non conferire in discarica e la scelta dell'opzione adottata: 1) rifiuti di demolizione e costruzione separati in sito in modo differenziato prima di essere prelevati da una ditta autorizzata e convenzionata, la quale effettua lo stoccaggio differenziato ed il riciclo direttamente e/o cede i rifiuti differenziati a terzi; 2) rifiuti di demolizione e costruzione non separati in sito ma prelevati da una o più ditte autorizzate e convenzionate che li trasportano in un proprio sito autorizzato ed attrezzato, dove per conto del costruttore verrà effettuata la differenziazione e lo stoccaggio.

Il terreno di scavo e i detriti risultanti dallo sgombero del terreno non contribuiscono a questo credito.

É comunque necessario utilizzare strategie di progetto che minimizzino i rifiuti, come la prefabbricazione degli elementi e componenti, la costruzione modulare e l'acquisto di materiali tagliati a misura.

Riciclare i rifiuti generati dalle attività di costruzione e di demolizione riduce la richiesta di risorse vergini e l'impatto ambientale associato all'estrazione, alla lavorazione e, in molti casi, al trasporto delle risorse.

La pianificazione della gestione dei rifiuti richiede tempo e denaro per essere sviluppata e implementata; nel lungo termine, tuttavia, essa funge da guida per ottenere notevoli risparmi nell'intero processo di costruzione.

In particolare la soglia percentuale minima di rifiuto da riciclare o recuperare è descritta dalla tabella:

Rifiuti riciclati o recuperati	Punteggio
75%	1
95%	2

- *MR credito 3: Materiali a bassa emissione. 1-2 punti*

→ Minimizzare l'esposizione a sostanze nocive sulla salute degli occupanti incentivando l'utilizzo di materiali da costruzione a basse emissioni di Compositi Organici Volatili.

Si richiede di utilizzare materiali a basse emissioni di componenti volatili in modo che la loro somma in peso costituisca almeno il 70%, l'80% o il 90% del peso totale dei materiali che rientrano nelle categorie identificate nel presente credito.
La percentuale di soglia minima è definita dalla tabella:

Materiali a bassa emissione	Punteggio
70%	1
80%	2
90%	3

I materiali sono divisi in sei categorie e includono primer, adesivi, pitture, vernici e fissativi, oltre a materiali inorganici e per l'isolamento termico ed acustico.
Un largo numero di prodotti per l'edilizia contiene compositi che hanno un impatto negativo sulla qualità dell'aria interna e sull'atmosfera terrestre. I VOC, compositi ad impatto negativo più importanti, contribuiscono alla generazione di smog e inquinamento dell'aria esterna, ed hanno effetti nocivi sulla salute degli occupanti degli edifici: reagiscono con la luce solare e con gli ossidi di azoto formando ozono troposferico, che ha effetti nocivi sulla salute umana, sulle coltivazioni agricole, sulle foreste e sugli ecosistemi. L'ozono riduce la funzionalità polmonare e sensibilizza i polmoni ad altre sostanze inquinanti.
Il costo di questi prodotti è generalmente competitivo rispetto a quello dei materiali convenzionali.

- *MR credito 4: Contenuto di riciclato. 1-2 punti*

→ Aumentare la domanda di prodotti da costruzione che contengano materiali a contenuto di riciclato, riducendo in tal modo gli impatti derivanti dall'estrazione e dalla lavorazione di materiali vergini.

Il contenuto di riciclato si calcola sommando il contenuto di riciclato post-consumo con la metà del contenuto pre-consumo (valori di percentuale in massa), ottenendo una soglia minima in percentuale basata sul costo del valore totale dei materiali utilizzati nel progetto.

Contenuto di riciclato	Punteggio
10%	1
20%	2

Il materiale post-consumo è il materiale di scarto generato da famiglie o da spazi commerciali, industriali e istituzionali nel loro ruolo di utilizzatori finali del prodotto, che non può più essere utilizzato per il suo scopo. Il materiale pre-consumo è definito come materiale deviato dal flusso dei rifiuti durante il processo di fabbricazione.

La percentuale di contenuto di riciclato nei materiali assemblati deve essere determinata in base al peso. La frazione di riciclato contenuta nell'assemblato va moltiplicata per il costo dell'assemblato in modo da determinare il valore del contenuto di riciclato.

La dislocazione del sito oggetto dell'intervento influisce sulla disponibilità dei materiali locali. La disponibilità di materiali da costruzione con contenuto di riciclato può variare da regione a regione in base alla vicinanza dei fornitori. A questi ultimi è necessario chiedere consigli per la manutenzione.

Gli obiettivi inerenti al contenuto di riciclato devono essere stabiliti durante la fase di progettazione ed essere quindi inclusi nelle specifiche di progetto.

- *MR credito 5: Materiali estratti, lavorati e prodotti a distanza limitata (materiali regionali). 1-2 punti*

→ Incrementare la domanda e l'utilizzo di prodotti da costruzione che siano estratti e lavorati a distanza limitata, sostenendo in tal modo l'uso di risorse locali e riducendo gli impatti sull'ambiente derivanti dal trasporto.

Requisito di questo credito è l'utilizzo di materiali e prodotti da costruzione che siano estratti, raccolti o recuperati, nonché lavorati, entro un raggio di 350km dal sito di costruzione per un minimo del 10% e del 20% del valore totale dei materiali. Si considerano solo i materiali permanentemente installati nel progetto.

Materiali estratti, lavorati e prodotti a distanza limitata	**Punteggio**
10%	1
20%	2

L'uso di materiali da costruzione provenienti da distanze limitate riduce l'attività di trasporto e l'inquinamento ad esso associato: si devono quindi implementare i trasporti che hanno un impatto ambientale contenuto.
La disponibilità di materiali prodotti a distanza limitata dipende dalla localizzazione del luogo di costruzione: in alcune aree, la maggior parte dei prodotti necessari può essere reperita entro 350km di raggio dal sito di costruzione; in altre, invece, solo una piccola parte o addirittura nessun materiale può essere recuperato entro tale distanza. Il costo dei materiali che vanno a concorrere a questo credito è generalmente più economico per via della riduzione degli oneri dovuti al trasporto.
Materiali estratti, lavorati e prodotti a distanza limitata dal luogo di costruzione sono spesso coerenti con l'estetica della progettazione e dimostrano una migliore integrazione al contesto locale rispetto a quella di materiali provenienti da altre zone. Dove è possibile si consiglia di prendere in considerazione l'architettura locale e scegliere siti di costruzione vicini ai luoghi di origine e lavorazione dei materiali.

- *MR credito 6: Materiali derivanti da fonti rinnovabili. 2 punti*

→ Ridurre l'uso di materie prime e prodotti non rinnovabili, sostituendoli con materiali derivanti da fonti rinnovabili.

Utilizzare materiali e prodotti non strutturali da fonti rinnovabili per il 10% del valore totale di tutti i materiali. Si considerano solo i materiali permanentemente installati nel progetto.

Molti materiali da costruzione tradizionali richiedono un grande sfruttamento di suolo, risorse naturali, capitali e tempo di produzione. Al contrario, i materiali provenienti da fonti rinnovabili generalmente richiedono minore sfruttamento di questi fattori e hanno un minor impatto ambientale; il loro utilizzo riduce l'impiego delle materie prime la cui estrazione e lavorazione ha notevole impatto sull'ambiente.

Sebbene i materiali a base biologica possano comportare un sovrapprezzo rispetto ai corrispettivi materiali tradizionali, se aumentasse la domanda, potrebbero diventare competitivi anche economicamente. In particolare ad esempio si tratta di: pavimenti in bambù o legno, isolanti in cotone, pavimenti in linoleum, pannelli realizzati con semi di girasole, arredi prodotti con fibre vegetali, tappezzerie in lana, pavimenti in sughero, pitture e vernici naturali, geotessili ottenuti con fibre di juta e cocco, isolanti e disarmanti a base di soia e imballaggi di paglia, ecc.

É importante valutare la disponibilità di questi materiali scegliendo prodotti realizzati con materie prime provenienti da fonti rinnovabili localizzate entro 350km dal luogo di costruzione.

- *MR credito 7: Legno certificato. 1 punto*

→ Incoraggiare una gestione delle foreste responsabile dal punto di vista ambientale, economico e sociale.

Per componenti da costruzione in legno è necessario utilizzare come minimo il 50% (basato sul costo) di materiali e prodotti a base di legno certificato. Tra questi si includono: strutture portanti, di tamponamento, pavimentazioni, sotto-

pavimentazioni, serramenti, porte e finiture. Nel calcolo vanno inseriti soltanto i materiali permanentemente installati nel progetto e non prodotti acquistati per uso temporaneo.
Il negativo impatto ambientale di una irresponsabile gestione forestale può causare la distruzione delle foreste, la scomparsa dell'habitat naturale, l'erosione del suolo e la conseguente sedimentazione dei corsi d'acqua, l'inquinamento di aria ed acqua e la produzione di rifiuti.
Dal momento che certi prodotti possono variare la loro disponibilità durante la fase di progettazione, è importante valutare la possibilità che il proprietario pre-acquisti ed immagazzini i prodotti per poi fornirli al produttore. Per garantire poi una corretta installazione, risulta fondamentale trovare un luogo di stoccaggio la cui umidità sia il più vicina possibile a quella del luogo dove il legno verrà posto in opera: il cantiere non è infatti il luogo ideale dove stoccare il legno a causa della elevata umidità ambientale presente durante la costruzione.
Nel caso di assemblati, come finestre e sistemi di arredamento che uniscono materiali in legno e non solo, soltanto la percentuale di legno nuovo può essere considerata per l'ottenimento del credito.
Questo credito può avere importanza particolare in aree con pratiche forestali scadenti o alti livelli di conversione forestale.

2.5. Qualità ambientale Interna (20 punti)

Questa categoria di crediti affronta le preoccupazioni ambientali relazionate alla qualità dell'ambiente interno, la salute degli occupanti, la sicurezza ed il comfort, l'efficacia del cambio d'aria e il controllo della contaminazione dell'aria. Le strategie progettuali proposte all'interno dei prerequisiti e dei crediti proposti affrontano tali preoccupazioni con l'obiettivo di fornire una risposta alla ricerca di qualità dell'ambiente confinato.

QI Prerequisito 1
Controllo emissione di gas di combustione
Obbligatorio

QI Prerequisito 2
Protezione dagli inquinanti provenienti dal garage
Obbligatorio

QI Prerequisito 3
Protezione dal radon
Obbligatorio

QI Prerequisito 4
Controllo dei contaminanti indoor
Obbligatorio

QI Prerequisito 5
Sistemi di estrazione
Obbligatorio

QI Credito 1
Ventilazione con aria esterna
max 3 punti

QI Credito 2
Misure per il miglioramento della ventilazione dei fumi da combustione
1 punto

QI Credito 3
Controllo dell'umidità
1 punto

QI Credito 4
Sistemi di estrazione: avanzato e verifica
max 2 punti

QI Credito 5
Distribuzione degli spazi riscaldati e raffrescati
1 punto

QI Credito 6
Sistemi di filtrazione dell'aria: avanzato
max 5 punti

QI Credito 7
Controllo contaminanti indoor in fase di costruzione
1 punto

QI Credito 8
Protezione avanzata dal radon
1 punto

QI Credito 9
Protezione avanzata dagli inquinanti provenienti dal garage
1 punto

QI Credito 10
Fattore di luce diurna
max 2 punti

QI Credito 11
Acustica
2 punti

- *QI prerequisito 1: Controllo dell'emissione di gas di combustione. Obbligatorio*

→ Ridurre al minimo l'emissione dei gas da combustione all'interno degli spazi occupati dell'abitazione.

Gli impianti di combustione, per soddisfare questo prerequisito, devono esaudire alcuni requisiti di base inerenti a progettazione e installazione.
La perdita dei gas di scarico di combustione all'interno dell'abitazione può generare una riduzione della qualità dell'aria interna, soprattutto in abitazioni costruite in maniera ottimale e ben isolate. Le camere di combustione stagne con ventilazione diretta o forzata possono ridurre in maniera considerevole il rischio che i gas di combustione si disperdano all'interno dell'abitazione in condizioni di pressione negativa. Evitare l'installazione di camini e stufe a legna è il sistema migliore per bloccare la combustione dei gas; inoltre i camini protetti riducono la fuoriuscita di gas di combustione. Nonostante il camino di combustione chiuso limiti il rischio di fuoriuscite, l'uso di monitor rappresenta la soluzione più efficace per ridurre il rischio di esposizione al monossido di carbonio causato da perdite, malfunzionamenti e comportamenti pericolosi.

- *QI prerequisito 2: Protezione dagli inquinanti provenienti dal garage. Obbligatorio*

→ Ridurre l'esposizione degli occupanti all'inquinamento interno originato dal garage adiacente.

É possibile seguire due opzioni: 1) nessun garage oppure garage separato dall'unità abitativa; 2) si possono posizionare tutte le apparecchiature di trattamento dell'aria e le canalizzazioni al di fuori dello spazio adibito a garage e spazi di manovra, oppure limitare gli inquinanti dai garage sigillando ermeticamente tutte le superfici condivise tra i garage e l'interno dell'edificio (spazi sopra e accanto i garage).
Recenti studi hanno dimostrato che, il potenziale delle sostanze inquinanti emesse all'interno dei garage, pregiudicano la qualità dell'aria degli spazi

occupati. Sono da tenere in particolare considerazione quelle sostanze emesse dai veicoli, l'umidità e il rilascio di gas da parte di quei prodotti chimici, utensili elettrici o altri oggetti comunemente conservati al suo interno. Posizionando le apparecchiature di trattamento dell'aria e le canalizzazioni all'interno del garage è possibile aspirare quest'aria e farla circolare all'interno degli spazi abitati.
A livello economico, sia i sigillanti che le pitture risultano poco costosi e quindi sicuramente implementabili.
La completa tenuta all'aria tra il garage e l'abitazione consiste nel realizzare una buona stuccatura, poi pitturata per creare una barriera al monossido di carbonio, oppure nell'applicazione di sigillanti o guarnizioni, ma anche l'uso di schiume isolanti è fortemente consigliato sia dal punto di vista della qualità dell'aria che per l'efficienza energetica.

- *QI prerequisito 3: Protezione dal radon. Obbligatorio*

→ Ridurre l'esposizione al gas radon per gli occupanti dell'edificio.

É indispensabile adottare tecniche preventive di mitigazione in base alla classe di rischio assegnata in base al numero percentuale (superiore al 10%) di superamenti di certi valori nelle unità immobiliari appartenenti allo stesso Comune:
- rischio basso: $\leq$200Bq/m^3
- rischio medio: compreso tra 200Bq/m3 e 400Bq/m^3
- rischio alto: $\geq$400Bq/m^3

Alcune tecniche di mitigazione che possono essere impiegate prevedono: costruzione di un vespaio ventilato, posizionamento di tubi drenanti sotto l'edificio con interasse massima di 6m posti nell'asse nord-sud ed in collegamento con l'aria esterna tramite pozzi perdenti (un pozzo perdente può essere collegato con al massimo due tubi drenanti), schermatura al radon tramite membrana anti-radon applicata a vasca nella struttura a ridosso della superficie interrata, utilizzo di calcestruzzo impermeabile all'acqua e al gas radon per la realizzazione delle strutture interrate.

Il radon è un gas radioattivo (si trasforma in altri elementi) inodore e incolore proveniente dal sottosuolo; è un agente cancerogeno che causa soprattutto un aumento del rischio di contrarre il tumore polmonare. É un gas inerte ed elettricamente neutro, per cui non reagisce con altre sostanze, al contrario dei suoi derivati che si attaccano al particolato presente in aria che può essere inalato e fissarsi sulle superfici dei tessuti polmonari.
La concentrazione di radon dipende da molti fattori: la presenza di uranio e radio nel sottosuolo e nei materiali da costruzione, dalla permeabilità del suolo e dalle abitudini di vita.
Per ridurre l'esposizione al radon le tecniche di costruzione richieste per questo credito permettono di ridurre le esposizioni anche ad altri inquinanti provenienti dal suolo e per questo sono generalmente considerate tecniche di buona pratica.
I costi per rendere una abitazione resistente al radon sono modesti.

- *QI prerequisito 4: Controllo dei contaminanti indoor. Obbligatorio*

→ Ridurre l'esposizione dei contaminanti indoor attraverso il controllo delle fonti di emissione in ingresso, la loro eliminazione e la ventilazione prima dell'occupazione (flush-out).

É importante ventilare la casa con aria pulita tenendo presente alcuni accorgimenti e ad ogni modo la ventilazione deve avere luogo prima dell'occupazione ma dopo la costruzione, inclusa la tinteggiatura delle pareti. La ventilazione può avvenire attraverso impianti di ventilazione meccanica (se previsti) oppure attraverso la semplice apertura di tutte le chiusure esterne per un tempo non inferiore a 48 ore (anche non consecutive).
L'operazione di flush-out è un modo semplice per ridurre la concentrazione di inquinanti volatili presenti negli ambienti.

- *QI prerequisito 5: Sistemi di estrazione. Obbligatorio*

→ Ridurre l'umidità e l'esposizione a sostanze inquinanti interne sia in cucine, sia nei bagni.

É necessario conseguire tutti i seguenti punti:
- progettare e installare sistemi di estrazione locare o centralizzati
- l'aria di espulsione deve essere convogliata all'esterno dell'edificio e non è consentito espellere l'aria nel sottotetto o negli spazi interstiziali
- utilizzare ventilatori di estrazione

Un'adeguata aspirazione contribuisce a ridurre l'umidità nelle cucine e nei bagni, ed inoltre riduce il rischio di formazione di muffe, danno spesso presente nelle abitazioni, che comporta costi di manutenzione e ripristino.
Si deve calcolare il ricambio ora totale dell'aria che è funzione della portata d'aria e del volume dell'ambiente.

- *QI credito 1: Ventilazione con aria esterna. 1-3 punti*

→ Ridurre l'esposizione degli occupanti dell'abitazione agli inquinanti di origine indoor mediante la diluizione con aria esterna, miglioramento dell'efficienza dell'impianto di ventilazione e verifica finale.

Per conseguire i punti inerenti a questo credito si può operare in tre modi, tra loro combinabili:
- progettare ed installare un sistema di ventilazione ambientale che interessi l'intero edificio, in ottemperanza ai dettami della normativa vigente. É prevista una lista di alternative: ventilazione meccanica a funzionamento continuo, ventilazione meccanica a funzionamento discontinuo, ventilazione naturale progettata; in ogni caso si richiede di prevedere l'installazione di un pacchetto di filtri aria (1 punto).
- installare un sistema di ventilazione a doppio flusso che consenta lo scambio di calore tra il flusso d'aria esterna in entrata e quello esausto in uscita dall'edificio, come accade per i ventilatori a recupero di calore (HRV) o quelli a recupero di energia (ERV) (1 punto).
- esecuzione di verifica prestazionale a cura di un professionista terzo (1 punto).

Ad ogni modo si deve progettare favorendo strategie che aumentino la ventilazione naturale in modo da rendere minimo il ricorso alla ventilazione meccanica, soprattutto nei periodi in cui la temperatura dell'aria esterna e il livello di umidità siano gradevoli.

Gli edifici residenziali caratterizzati da un basso tasso di ricambi d'aria, presentano problemi di umidità, odori e concentrazione di sostanze inquinanti che possono portare nel tempo ad una situazione di marcato disagio e di conseguenza aumentare i rischi per la salute degli occupanti.

Il sistema di ventilazione dovrà comunque essere progettato in modo da assicurare l'efficacia e l'interazione di sistemi di ventilazione meccanica e strategie di ventilazione naturale, al fine di non sovra o sotto ventilare l'edificio in oggetto.

Essenzialmente si può operare con una delle seguenti strategie:

- sistema a flusso semplice in sola estrazione: installazione di un aspiratore silenziato in zona bagno dotato di timer che consenta di effettuare lo switch per operare in modalità a flusso continuo o per periodi di tempo prolungati. Consigliato per le aree a clima freddo.
- sistema a flusso semplice in sola mandata: installazione di una condotta in ingresso dell'aria esterna appositamente dimensionato e collocato all'interno del camino di ritorno di una stufa/caminetto oppure di un ventilatore dotato di timer o sistema di controllo che permetta di operare a flusso continuo o per periodi di tempo sufficienti a garantire l'ingresso dell'aria di ricambio. Consigliato per le aree a clima caldo.
- sistema a doppio flusso (con o senza recupero di calore): installazione di un ventilatore e di un aspiratore che operino simultaneamente per assicurare un adeguato livello di ricambio d'aria tra l'esterno e l'interno.

I sistemi di ventilazione semplici sono progettati soltanto per portare aria esterna all'interno (quindi mettendo in sovra-pressione l'ambiente interno) o l'aria di estrazione fuori (quindi realizzando una situazione di depressione). I sistemi di ventilazione a doppio flusso realizzano entrambe le operazioni, mantenendo quindi un tasso di ventilazione più controllato nell'abitazione.

In ogni caso, occorre prevedere l'impiego di un sistema di controllo dell'impianto

che garantisca l'entrata in funzione del sistema di ventilazione durante i periodi di maggior occupazione e che consenta altresì agli occupanti di aumentare, a seconda delle occasioni, il periodo di attività.
È necessario calcolare le portate minime di aria esterna.

- *QI credito 2: Misure per il miglioramento della ventilazione dei fumi da combustione. 1 punto.*

→ Ridurre al minimo l'emissione di gas da combustione all'interno dell'abitazione.

Questo credito detta condizioni impiantistiche minime da soddisfare in fase di progetto dei sistemi a combustione all'interno dell'edificio. É conseguibile non installando alcun camino o stufa a legna oppure installarli se progettati in modo da soddisfare precisi requisiti da normativa.
Importante eseguire test di prova per valutare il potenziale di ritorno dei fumi in ambiente.
Caminetti e stufe inefficienti e mal progettate aumentano il rischio di contatto con gas di combustione all'interno dell'abitazione, hanno maggiori emissioni di particolato e di altri prodotti di combustione e possono provocare depressurizzazione all'interno della casa.
Installare apparecchiature efficienti significa processi di combustione più efficaci, minore produzione di inquinanti e riduzione dei rischi per la salute.
Camini alimentati a gas e propano progettati con un sistema di ventilazione diretta limitano i rischi previsti, mentre le strutture in muratura sono progettate per generare e disperdere calore in maniera ottimale.

- *QI credito 3: Controllo dell'umidità. 1 punto*

→ Controllare il livello di umidità all'interno dell'edificio per avere spazi più confortevoli, ridurre il rischio di muffe ed aumentare la durata della casa, riducendo i relativi interventi di manutenzione.

Il credito è conseguibile installando un deumidificatore con sufficiente capacità a mantenere il livello di umidità relativa al di sotto del 60% in estate e tra il 35% e il

65% in inverno. Il QI 3 premia i progetti che gestiscono il bilancio dell'umidità nella casa sia in estate che in inverno. Livelli altissimi o bassissimi di umidità possono creare spazi ambientali interni sconfortevoli e dare adito a prematuri livelli di deterioramento.
In climi caldi ed umidi, la deumidificazione può ridurre la domanda di energia necessaria per il condizionamento dell'aria.

- *QI credito 4: Sistemi di estrazione: avanzato e verifica. 1-2 punti*

→ Ridurre l'umidità e l'esposizione a sostanze inquinanti interne sia in cucine, sia nei bagni.

Questo credito indirizza la necessità di espellere potenziali elementi inquinanti da bagni e cucine (locali soggetti a particolare produzione di umidità e odori).
Sono evidenziate due opzioni che conferiscono entrambe 1 punto e possono essere sommate. La prima è di tipo avanzato e chiede di adottare una delle seguenti strategie in ogni bagno: sensore di occupazione che attivi il ventilatore anche per un intervallo di tempo predefinito, controllo automatico dell'umidità, timer automatico che attiva il ventilatore per un intervallo di tempo predefinito dopo l'uscita dal locale dell'occupante, sistema di estrazione con funzionamento continuo. La seconda opzione contempla una verifica da parte terza che deve eseguire verifiche di efficienza su ogni sistema di estrazione al fine di verificarne i requisiti.
Se progettati correttamente, i sistemi di estrazione possono anche fornire sufficiente aria esterna e il controllo dei contaminanti per l'intera abitazione.
Si procede calcolando il ricambio ora totale dell'aria in cucina fornito dal sistema di ventilazione.

- *QI credito 5: Distribuzione degli spazi riscaldati e raffrescati. 1-5 punti*

→ Fornire un'appropriata distribuzione degli spazi riscaldati e raffrescati nell'edificio per migliorare il comfort termico e l'efficienza energetica.

Questo credito ha lo scopo di mettere in grado i singoli individui che si trovano

all'interno di uno spazio condiviso da più persone di poter controllare il proprio comfort termico.

Sono possibili tre opzioni (le prime due possono essere sommate, mentre l'ultima è in alternativa) da privilegiare:

- sistemi di ventilazione meccanica o impianti a “tutt'aria” (2 punti): garantire che il minimo e il massimo delle temperature del locale possa essere ottenuto dal progetto in funzione delle condizioni esterne e dei carichi interni.
- sistemi HVAC senza condotti o sistemi idronici (es. ventilconvettori con o senza ventilatore interno e impianti di riscaldamento a pannelli) (3 punti). Assicurarsi che ogni stanza (eccetto bagni, cucine, ripostigli, dispense e lavanderie) abbia una adeguata ripresa dell'aria attraverso l'uso di estrazioni multiple, griglie di transito o differenze di pressione nelle condotte. Il valore richiesto per il progetto della ventilazione deve essere specificato in termini di ricambi orari per ogni stanza e/o l'aria prelevata esternamente e/o il valore delle espulsioni richiesto o come valore globale di ricambi d'aria richiesti (edifici residenziali: 0,5 ricambi ora).
- sistemi misti (5 punti): verificare l'effettiva portata dell'aria immessa e la temperatura in ogni stanza. Sistemi privi si condotte possono beneficiare di questo credito.

Ogni sistema deve essere mirato a garantire la possibilità di controllo e di regolazione individuale del comfort (zonizzazioni con termostati separati), al fine di consentire la regolazione locale ed il conseguente soddisfacimento dei bisogni e delle preferenze individuali. Le superfici delle finestre apribili devono rispettare i requisiti minimi per la ventilazione naturale e devono comunque essere superiori al 4% della superficie netta del pavimento.

Un'appropriata distribuzione del caldo e del freddo è molto importante nel controllo dell'umidità e della temperatura superficiale per evitare locali condensazioni, principalmente sulle finestre, in clima freddo. Un ritorno adeguato del flusso di aria è la parte fondamentale per garantire la distribuzione dell'aria condizionata all'interno degli spazi. Un ritorno insufficiente, invece, può causare delle contro-pressioni e dunque un insufficiente flusso di aria all'interno delle stanze e un eccesso di distribuzione dell'aria (e di comfort) verso le altre stanze oltre ad uno spreco di energia da surriscaldamento o eccessivo raffreddamento.

Per il risparmio energetico e conseguentemente per il miglioramento dell'ambiente vanno preferiti sistemi passivi per il contenimento delle dispersioni energetiche e per lo sfruttamento delle energie alternative. Sono da preferire edifici che privilegiano la ventilazione naturale, a fronte della ventilazione meccanica, la protezione esterna, l'ombreggiamento e la schermatura di superfici vetrate. Sono da preferire anche edifici con impianti ad alto rendimento termico quali impianti di riscaldamento a pavimento o a soffitto e soluzioni che premino, nel periodo invernale, il contributo derivante dall'energia solare.

Impianti sovradimensionati per il riscaldamento e il raffrescamento sono più costosi, pertanto avere sistemi propriamente dimensionati può far risparmiare in anticipo del denaro.

I calcoli da effettuare sono: calcolo stagionale e mensile del consumo energetico di riscaldamento e raffrescamento, calcolo orario con simulazione dinamica del consumo energetico, ventilazione minima meccanica e naturale, calcolo dell'umidità.

- *QI credito 6: Sistemi di filtrazione dell'aria: avanzato. 1 punto*

→ Ridurre l'immissione di polveri sottili nell'ambiente indoor dal sistema di ventilazione.

Per conseguire questo credito si può scegliere una delle due opzioni:

➢ sistemi di ventilazione forzata (1 punto). Si richiede l'installazione di un pacchetto di filtri aria aventi una classe di filtrazione definita e che i sistemi di diffusione siano in grado di garantire un valore adeguato di pressione e di portata d'aria. I telai porta-filtri dovranno essere a tenuta pneumatica così da evitare fenomeni di by-pass o perdite d'aria.

➢ sistemi di ventilazione non canalizzati (1 punto). Si richiede l'installazione di filtri aria aventi una classe di filtrazione definita e mantenere valori adeguati di pressione e portata d'aria attraverso qualsiasi sistema di ventilazione meccanica assistita.

L'efficacia del sistema di riscaldamento e/o raffrescamento può risentire di una scelta impropria della tipologia o delle dimensioni dei filtri, andando così ad

aumentare la spesa energetica per gli occupanti. Per ridurre le operazioni di manutenzione dei filtri si consiglia di sceglierli con maggiore superficie specifica, oppure telai più grandi, oppure filtri lavabili o con pieghe più profonde. I filtri ad alta efficienza sono normalmente più costosi da sostituire.

- *QI credito 7: Controllo dei contaminanti indoor in fase di costruzione. 1 punto*

→ Ridurre l'esposizione di occupanti e costruttori ai contaminanti indoor attraverso il controllo delle fonti di emissione e la loro eliminazione.

È necessario pianificare ed attuare tutte le strategie possibili per sviluppare un piano di gestione che consenta di mantenere livelli minimi di qualità dell'aria interna durante le fasi di costruzione, ristrutturazione e pre-occupazione dell'edificio; è importante quindi chiudere temporaneamente le canalizzazioni, sigillare tutte le prese d'aria esterna e le bocchette di immissione/estrazione, adottare un pano per la gestione dei materiali nuovi in cantiere e adottare soluzioni tecnologiche che controllino la risalita dell'acqua.

- *QI credito 8: Protezione avanzata dal radon. 1 punto*

→ Ridurre l'esposizione degli occupanti al gas radon e ad altri contaminanti gassosi.

A seconda della classe di rischio del territorio, definita misurando la concentrazione di radon nel terreno, si utilizzano tecniche differenti. Basso o medio rischio: tecnica di mitigazione a scelta; rischio alto: tecniche di mitigazione tramite ventilazione, tecnica di mitigazione schermante, verifica della concentrazione del radon attraverso dosimetri.
Il rischio associato al radon è direttamente correlato all'esposizione alla concentrazione dello stesso, pertanto la progettazione di un edificio per ridurre l'esposizione al radon può significativamente tradurre il rischio per la salute.
I costi per rendere un'abitazione resistente al radon sono modesti. Se il radon può diventare un problema nel futuro, occorre implementare tecniche di resistenza al

radon maggiormente aggressive che comunque saranno meno costose in una casa dove sono già state adottate le tecniche minime.
Il radon è un agente cancerogeno che causa soprattutto un aumento del rischio di contrarre il tumore polmonare; esso è un gas inerte ed elettricamente neutro, per cui non reagisce con altre sostanze. Tuttavia è anche radioattivo, si trasforma cioè in altri elementi che sono elettricamente carichi e si attaccano al particolato presente in aria che può essere inalato e fissarsi sulle superfici dei tessuti polmonari.

- *QI credito 9: Protezione avanzata dagli inquinanti provenienti dal garage. 1 punto*

→ Ridurre l'esposizione degli occupanti all'inquinamento interno originato dal garage adiacente.

La pratica migliore è quella di non realizzare garage oppure realizzare l'abitazione con il garage indipendente cioè separato dall'unità abitativa. Tuttavia, se ciò non è possibile allora è necessario installare un sistema di estrazione dei gas di scarico nel garage a funzionamento continuo oppure progettato con un timer automatico collegato ad un rilevatore di presenza, ad un interruttore della luce, ad un dispositivo di chiusura o apertura del garage, ad un sensore di monossido di carbonio o equivalente. Ad ogni modo, il ventilatore di estrazione deve essere dimensionato in modo che sia adeguato allo spazio e non causi disturbo agli occupanti.

- *QI credito 10: Fattore di luce diurna. 1-2 punti*

→ Garantire il contatto diretto degli occupanti dell'edificio con l'ambiente esterno attraverso l'illuminazione naturale degli spazi occupati in modo continuativo.

Determinare che la superficie del locale con disponibilità di luce naturale sia almeno il 75% della superficie totale del locale e verificare che il fattore di luce diurna, relativo alla superficie del locale con disponibilità di luce naturale sia maggiore uguale del 2% in tutte le aree dell'edificio occupate in modo

continuativo.
A seconda del valore del fattore di luce diurna si potrà conseguire un punto oppure due.
L'utilizzo della luce naturale consente una riduzione del fabbisogno di illuminazione artificiale, che se integrato in un approccio di gestione dell'illuminazione globale, comporta una diminuzione di energia complessivamente utilizzata. Questo implica una conservazione delle risorse naturali e la riduzione dell'inquinamento dell'aria dovuto alla produzione e al relativo consumo di energia. Va sottolineato che un'adeguata illuminazione naturale degli ambienti interni contribuisce all'aumento del benessere degli occupanti, per questo deve essere tenuta in considerazione durante le fasi di progettazione dell'edificio.

- *QI credito 11: Acustica. 2 punti*

→ Ridurre la propagazione del rumore dall'ambiente esterno e dalle altre unità immobiliari e conseguentemente gli effetti deleteri del rumore negli ambienti di vita.

È necessario raggiungere determinati valori acustici, definiti da normativa, per ogni unità immobiliare e per ogni descrittore acustico, valori che saranno verificati mediante prove sperimentali a fine lavori.
Per poter conseguire tale credito sono necessarie sia una specifica progettazione che una attenta e periodica attività di verifica durante le fasi di realizzazione e posa; il fine è quello di: massimizzare l'isolamento acustico degli elementi di tamponamento esterno e delle partizioni verticali e orizzontali interne; minimizzare la propagazione dei rumori impattivi e la generazione e propagazione del rumore generato dagli impianti a ciclo di funzionamento continuo e discontinuo.
In generale il coinvolgimento del tecnico acustico è necessario sin dalla progettazione preliminare.

2.6. Innovazione nella Progettazione (10 punti)

L'obiettivo di questa area consiste nell'identificare i progetti che si distinguono per le caratteristiche di innovazione e di applicazione delle pratiche di sostenibilità nella realizzazione degli edifici. Il progetto può inoltre conseguire punti in questa categoria attraverso il raggiungimento di prestazioni esemplari, ovvero mediante l'implementazione di soluzioni che permettano il conseguimento di prestazioni ambientali notevolmente superiori a quanto prescritto da prerequisiti o crediti.

IP Credito 1 Professionista Qualificato GBC HOME *1 punto*
IP Credito 2 Progettazione integrata *max 3 punti*
IP Credito 3 Uso e manutenzione dell'edificio *1 punto*
IP Credito 4 Innovazione nella progettazione e priorità regionale *max 5 punti*

- *IP credito 1: Professionista qualificato GBC HOME. 1 punto*

→ Supportare e promuovere l'integrazione progettuale richiesta da GBC HOME per favorirne l'applicazione e la certificazione.

È necessario che almeno uno dei componenti del gruppo di progettazione sia un professionista qualificato GBC HOME. Quest'ultimo comprende a pieno l'importanza della progettazione integrata e dell'interazione tra i requisiti e i crediti e i loro corrispondenti criteri. I candidati idonei all'accreditamento possono essere architetti, ingegneri, consulenti, proprietari e tutte le figure che hanno un forte interesse nella progettazione di cui dovrebbe essere parte integrante, oltre ad essere in grado di sensibilizzare ed educare gli altri membri del gruppo di progettazione sul sistema GBC HOME e sulle tematiche relative alla sostenibilità ambientale applicata agli edifici.

- *IP credito 2: Progettazione integrata. 1-3 punti*

→ Favorire l'adozione di modalità collaborative di progettazione integrata al fine di ottimizzare soluzioni progettuali sostenibili e rispondere alle finalità progettuali.

É necessario costituire un Team integrato composto da committenza, gruppo di progettazione, professionista qualificato GBC HOME e, se necessario, anche i rappresentanti dei futuri occupanti, qualora individuati. Devono essere presenti obbligatoriamente almeno le seguenti tre categorie di competenze: progettazione architettonica, progettazione strutturale e progettazione di impianti. La composizione del Team integrato e del gruppo di progettazione deve essere riportata su un documento in cui siano indicati ruoli, competenze assegnate, riferimento all'organizzazione di appartenenza, data ed approvazione del committente e firma di tutti i soggetti citati.
Per accumulare i punti per questo credito si possono seguire due opzioni (anche cumulative):
1) Realizzare la progettazione integrata (2 punti). La proprietà deve realizzare un documento con i requisiti minimi specifici per il progetto. In fase di progettazione preliminare si deve organizzare un incontro per una valutazione preliminare della

certificazione stabilendo il livello di certificazione da perseguire, i crediti che si vogliono raggiungere e i responsabili del team di progettazione. É necessario trascrivere in un verbale tutte le decisioni prese assieme a luogo, data e presenti.
2) Realizzare la Charrette di progetto (1 punto). Durante la fase di sviluppo è necessario incontrarsi per aggiornarsi su tutte le decisioni prese, comunicando tra le parti ed integrare le strategie sostenibili e per sviluppare un crono-programma.
Una progettazione integrata basata su metodologie collaborative ha come risultato il miglioramento di tempi e costi di costruzione. Progettare e costruire un edificio residenziale usando un approccio integrato e collaborativo può anche ridurre la frequenza e la gravità di errori di progettazione per esempio mediante azioni di verifica collaborativa.

- *IP Credito 3: Uso e manutenzione dell'edificio. 1 punto*

→ Fornire agli occupanti informazioni adeguate sull'edificio e le sue prestazioni e le misure idonee per mantenere nel tempo le prestazioni raggiunte e la durabilità dell'edificio.

Viene predisposto e rilasciato il “Manuale di uso e manutenzione dell'edificio” che deve contenere alcune informazioni indispensabili come: descrizione, crediti perseguiti e principali strategie adottate, indicazione d'uso dell'edificio per l'ottimizzazione del mantenimento delle performance di sostenibilità ottenute con indicazioni sulla parte generale, strutturale e impianti.
Alcune strategie tecnologiche adottate nel progetto finalizzate alla durabilità incrementano il costo iniziale di costruzione, ma la loro inclusione può ridurre il costo dell'edificio nel lungo periodo, perché ad esempio abbattono i costi di gestione e manutenzione.

- *IP credito 4: Innovazione nella progettazione e priorità regionale. 1-5 punti*

→ Minimizzare l'impatto ambientale della residenza incorporando sistemi aggiuntivi e misure di progettazione e costruzioni “verdi” che abbiano un effetto tangibile e dimostrabile, oltre al sistema di valutazione “GBC Home” per residenze.

Incentivare il conseguimento dei crediti orientati alle specifiche priorità locali per la sostenibilità, poiché alcune caratteristiche ambientali, sociali, culturali ed economiche, sono del tutto uniche e peculiari della località in cui è situato il progetto.

Il conseguimento del credito può essere realizzato con una combinazione di tre opzioni:

1) Innovazione nella progettazione (massimo 3 punti). Si vuole conseguire un miglioramento significativo e misurabile nelle prestazioni dell'edificio in termini di sostenibilità ambientale. É necessario preparare una richiesta scritta al GBC Italia per la progettazione innovativa in cui vengono descritti i meriti della misura proposta; questo punto non si può contare fino a che GBC Italia non ha dato risposta alla richiesta.

2) Prestazione esemplare (massimo 3 punti): raggiungimento di una prestazione eccezionale per un prerequisito o un credito di GBC Home Italia, superamento dei requisiti per un credito già acquisito nel sistema di valutazione GBC Home.

3) Priorità regionale (massimo 3 punti): raggiungere da 1 a 5 dei crediti di Priorità Regionale identificati da GBC Italia in base all'importanza per gli obiettivi di sostenibilità per la zona in cui è collocato il progetto.

GBC Home sostiene e premia lo sviluppo e l'adozione di nuove tecnologie e strategie che possono produrre benefici sull'ambiente e sulla salute. Questa categoria di crediti dà l'opportunità al progetto di ricavare punti mediante l'implemento di strategie o parametri non contenuti nell'attuale sistema di valutazione di GBC Home. Possono essere incluse in questa categoria solo ed esclusivamente le strategie che dimostrano un approccio completo ed esaustivo per l'intero edificio e che portano benefici ambientali significativi e misurabili. I criteri sviluppati nel progetto per tale credito innovativo dovranno poter essere applicabili anche ad altri progetti e devono presentare delle significative migliorie rispetto alla normale pratica della progettazione sostenibile.

Si possono raggiungere da 1 a 5 punti in base all'importanza per gli obiettivi di sostenibilità per la zona in cui è collocato il progetto. I crediti regionali sono disponibili per misurazioni ambientali o strategie unicamente di sostenibilità rivolte

al clima o alla regione. Allo stesso modo dei crediti per la progettazione innovativa, queste misure devono essere esterne agli obiettivi attuali di GBC Home e devono avere un beneficio misurabile e dimostrabile per l'ambiente o la salute. Anche in questo caso la richiesta per i crediti deve essere sottoposta a GBC Italia da cui si deve ricevere l'approvazione.

3. Requisiti e prestazioni dell'area Energia e Atmosfera

Dal momento che nella presente tesi si farà riferimento ad un approccio di tipo energetico, si cercherà ora di definire in maniera più organica e dettagliata la suddetta sezione.

I cinque prerequisiti obbligatori che compaiono in questa sezione permettono di definire e conseguire un livello minimo di prestazione dell'edificio, soglia obbligatoria; i crediti conseguibili ottimizzano questo livello raggiunto e quindi gli obiettivi rimangono gli stessi.

I prerequisiti sono:

- 1- prestazioni energetiche minime
- 2- prestazioni minime dell'involucro opaco
- 3- prestazioni minime di tenuta all'aria del sistema involucro
- 4- prestazioni minime dell'involucro trasparente
- 5- gestione dei fluidi refrigeranti

L'influenza dei crediti è riassunta nel seguente grafico:

- *EA Credito 1: Ottimizzazione delle prestazioni energetiche. 27 punti*

Dimostrare il conseguimento di una prestazione energetica minore rispetto all'edificio di riferimento secondo una delle due opzioni di calcolo. Per edificio di riferimento di intende quello delineato dalla normativa vigente (UNI TS 11300:2008), in particolare quella a livello regionale (D.A.L. 156 Emilia Romagna, nel caso in esame).

Con riferimento alla procedura semplificata, si prevede il conseguimento di un valore di prestazione energetica dell'edificio che includa i fabbisogni di energia primaria per la climatizzazione invernale, estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria, per l'illuminazione e per gli usi di processo, inferiore di almeno 10% rispetto alla prestazione energetica dell'edificio di riferimento:

$$Riduzione\,[\%] = \\ = \left(1 - \frac{EP_i + EP_e + EP_{acs} + EP_{ill} + EP_{proc} - E_{rinn}}{EP_{i,lim} + EP_{e,lim} + EP_{acs,lim} + EP_{ill,lim} + EP_{proc,lim} - EP_{rinn,lim}}\right) * 100$$

Se la riduzione percentuale aumenta, allora aumenterà anche il punteggio previsto, distinguendo tra nuova costruzione e ristrutturazione:

Nuova costruzione		**Ristrutturazione**	
Riduzione percentuale	Punteggio previsto	Riduzione percentuale	Punteggio previsto
14%	2	10%	2
18%	4	14%	4
22%	6	18%	6
26%	8	22%	8
30%	10	26%	10
34%	12	30%	12
38%	14	34%	14
42%	16	38%	16
46%	18	42%	18
50% e oltre	20	46% e oltre	20

Gli EP (indici di prestazione energetica) sono definiti come:

EP_i: indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale

EP_e: indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva

EP_{acs}: indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria

EP_{ill}: indice di prestazione energetica per l'illuminazione artificiale

→ $EP_i + EP_{acs} + EP_{acs} + EP_{ill} = EP_{gl}$ = indice di prestazione energetica globale,
a cui verrà sommato

EP_{proc} = indice di prestazione energetica corrispondente all'energia di processo
e sottratto

EP_{rinn} = indice di produzione energetica degli impianti a fonte rinnovabile

→ $EP_{gl} + EP_{proc} - EP_{rinn} = EP_{tot}$

Calcolo degli indici

~ Indice di prestazione di prestazione energetica per la climatizzazione invernale
Calcolato con riferimento alla UNI TS 11300:2008

Valore limite per categoria di edifici E.1 (Edifici adibiti a residenza e assimilabili):

Rapporto di forma dell'edificio S/V	**Zona climatica**				
	D		E		F
	da 1401GG	a 2100GG	da 2101GG	a 3000GG	oltre 3000GG
	EP_i (kWh/m^2 anno)				
$\leq$0,2	21,3	34,0	34,0	46,8	46,8
$\geq$0,7	54,7	72,6	72,6	96,2	96,2

(D.A.L. 156 Emilia Romagna – edifici residenziali di nuova costruzione)

con:

S [m^2] = superficie che delimita verso l'esterno il volume riscaldato V (ovvero verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento ovvero zone termiche e/o unità immobiliari dotati di impianto di climatizzazione diverso rispetto a quello dell'unità immobiliare oggetto della valutazione;

V [m^3] = volume lordo delle parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano.

Per i valori di S/V compresi nell'intervallo 0,2 – 0,9 e, analogamente, per gradi giorno (GG) intermedi ai limiti delle zone climatiche riportati in tabella si procede mediante interpolazione lineare.

MODENA: Zona climatica: E
Gradi Giorno (GG): 2258
pianura
Per l'appartamento in esame: S/V = 0,45

~ Indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva
Calcolato con riferimento alla UNI TS 11300:2008

Valore limite: $$EP_{e,lim} = \frac{EP_{ei,lim}}{COP * R_s * \eta_{el}}$$,

dove $EP_{ei,lim}$ = valore limite di EP estivo dell'involucro

COP varia in base al tipo di sistema in uso

COP = 2,8 cicli a compressione ad aria

COP = 3,5 cicli a compressione ad acqua

COP = 0,7 cicli ad assorbimento monoeffetto

COP = 1,2 cicli ad assorbimento doppio effetto

R_s = 0,9 rendimento dei sottosistemi

η_{el} = rendimento del sistema elettrico nazionale e si applica alla quota elettrica di energia assorbita

~ Indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria
Calcolato con riferimento alla UNI TS 11300:2008

Valori limite:

Superficie utile	< 50m²	50 m²	200 m²	>200 m²	
EP_{acs}	15,70	16,00	11,70	12,00	Per edifici in centri storici
EP_{acs}	9,80	10,00	7,30	7,50	Per tutti gli altri edifici

(D.A.L. 156 Emilia Romagna)

~ Indice di prestazione energetica per illuminazione artificiale

$$EP_{ill} = \frac{fabbisogno\ energia\ elettrica\ per\ illuminzione}{\eta_{el}} = \frac{\left(\sum p_{el}\right) * n}{\eta_{el}} \quad ,$$

dove η_{el} = rendimento del sistema elettrico nazionale (termine di conversione)

p_{el} = potenza elettrica assorbita da ogni punto luce

n = numero ore di utilizzo all'anno (n_{max} = 3000h all'anno)

Valore limite $EP_{ill,lim}$ calcolato con riferimento alla norma UNI EN ISO 13790.

~ Indice di prestazione energetica corrispondente all'energia di processo
L'energia di processo consumata da un edificio fa riferimento alle utenze finali caratterizzanti la destinazione d'uso della costruzione. Si prende in considerazione il fabbisogno di energia legato a: lavatrice, lavastoviglie, frigorifero. Il fabbisogno di progetto si basa sulla lettura dei valori corrispondenti alla targhetta energetica degli elettrodomestici.

Valore limite $EP_{proc,lim}$ calcolato con riferimento alla norma UNI EN ISO 13790.

~ Indice di produzione energetica degli impianti a fonte rinnovabile

Il calcolo viene eseguito prendendo in considerazione i sistemi per la produzione di energia da fonte rinnovabile con riferimento a:

- energia solare
- energia eolica
- energia geotermica
- energia derivante dallo sfruttamento di maree e onde marine
- biomassa

Valore limite EP_{rinn} corrispondente all'energia prodotta attraverso lo sfruttamento di fonti rinnovabili, secondo quanto richiesto dalla legge nazionale.

- *EA Credito 2: Prestazioni avanzate dell'involucro opaco. 2 punti*

Il prerequisito 2 impone il raggiungimento di un isolamento termico sufficiente a ridurre del 5% per edifici esistenti e del 10% per edifici di nuova costruzione, i valori di trasmittanza termica dei componenti opachi. Per acquisire il credito 2 è necessario ottimizzare le prestazioni dell'involucro opaco arrivando ad una ulteriore riduzione di questi valori. In funzione della zona climatica si devono raggiungere quindi i valori riportati in tabella:

Zona climatica	**Strutture opache orizzontali**		**Strutture opache verticali**
	Coperture	Pavimenti	
A	0,34	0,59	0,56
B	0,34	0,44	0,43
C	0,34	0,38	0,36
D	0,29	0,32	0,32
E	0,27	0,30	0,31
F	0,26	0,29	0,30

Valori di trasmittanza termica ridotti del 10% per edifici esistenti

Zona climatica	Strutture opache orizzontali		Strutture opache verticali
	Coperture	Pavimenti	
A	0,32	0,55	0,53
B	0,32	0,42	0,41
C	0,32	0,36	0,34
D	0,27	0,31	0,31
E	0,26	0,28	0,29
F	0,25	0,27	0,28

Valori di trasmittanza termica ridotti del 15% per edifici di nuova costruzione

La trasmittanza termica per superfici opache si calcola attraverso l' espressione:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_i \frac{s_i}{\lambda_i} + \sum_j R_j + R_{se}} \quad \left[\frac{W}{m^2 K}\right] ,$$

dove: R_{si} , R_{se} = resistenza termica superficiale interna ed esterna [m^{2}K/W]

R_{si} dipende dalla direzione del flusso termico

- ascendente: R_{si} = 0,10 [m^{2}K/W]
- orizzontale: R_{si} = 0,13 [m^{2}K/W]
- discendente: R_{si} = 0,17 [m^{2}K/W]

R_{se} = 0,04 [m^{2}K/W]

s_i = spessore dello strato omogeneo della parete [m]

λ_i = conduttività termica dello strato di materiale omogeneo [W/mK]

R_j = resistenza termica unitaria dello strato omogeneo di materiale [m^{2}K/W]

La corretta installazione di soluzioni con bassa trasmittanza permette un sostanziale risparmio energetico, un maggior comfort per gli occupanti ed aumenta la durabilità del sistema grazie al controllo della condensazione interstiziale.

- *EA Credito 3: Prestazioni avanzate di tenuta all'aria del sistema involucro. 2-3 punti*

Con il prerequisito obbligatorio si perviene ad un livello minimo di tenuta dell'aria che deve essere migliorato per l'ottenimento dei punti di questo credito. Si deve migliorare l'efficienza energetica complessiva dell'involucro riducendo tutte le perdite dovute alle infiltrazioni d'aria attraverso i componenti costruttivi.

Per il miglioramento dei requisiti di tenuta all'aria sono obbligatorie tutte le indicazioni del prerequisito alle quali si aggiungono due possibili livelli, validi sia per ristrutturazioni che nuove edificazioni:

- Miglioramento prestazionale (2 punti): n_{50} = 1 h^{-1} , consigliata la ventilazione controllata
- Massimizzazione prestazionale (3 punti): n_{50} = 0,6 h^{-1} , obbligo di ventilazione controllata.

(n_{50} = numero di ricambi d'aria n per infiltrazione dello spazio interno con una differenza di pressione di riferimento pari a 50Pa).

É importante considerare che, sebbene l'efficienza dell'involucro non risenta e non sia vincolata alle diverse zone climatiche, per gli edifici in clima non eccessivamente mite è utile avere un impianto di ventilazione meccanica per eventuali problemi di inquinamento interno ed eccesso di umidità e condensa; mentre gli edifici in clima mite per la maggior parte dell'anno possono utilizzare maggiormente la ventilazione naturale.

- *EA Credito 4: Prestazioni avanzate dell'involucro trasparente. 3 punti*

Attraverso il prerequisito si raggiunge un livello di prestazione minima dei componenti di involucro trasparenti disperdenti.

Zona Climatica	A	B	C	D	E	F
U_w (W/m^2K)	$\leq$3,9	$\leq$2,5	$\leq$2,2	$\leq$2,00	$\leq$1,90	$\leq$1,70

Il credito può essere conseguito perseguendo una delle due opzioni: miglioramento prestazionale (2 punti) oppure massimizzazione prestazionale (3 punti) nelle quali il valore di trasmittanza vetro + infisso dovrà dimostrare un valore pari ad almeno quello riportato nella tabella seguente per le varie zone climatiche:

Zona climatica		A	B	C	D	E	F
Miglioramento prestazionale	U_w	$\leq$3,5	$\leq$2,2	$\leq$2,0	$\leq$1,8	$\leq$1,7	$\leq$1,55
Massimizzazione prestazionale	U_w	$\leq$3,1	$\leq$2,0	$\leq$1,8	$\leq$1,6	$\leq$1,5	$\leq$1,40

La trasmittanza termica dei componenti finestrati si calcola secondo la UNI TS 11300:2008

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + L_g \psi_g}{A_g + A_f} \qquad \left[\frac{W}{m^2 K}\right],$$

dove: A_g = area del vetro [m^2]

U_g = trassmittanza termica dell'elemento vetrato [W/m^2K]

$$U_g = \frac{1}{R_{si} + \sum_1^n \frac{d_i}{\lambda_i} + \sum_1^n R_s + R_{se}} \qquad \left[\frac{W}{m^2 K}\right],$$

d_i [m] = spessore lastra

λ_i = conducibilità della lastra di vetro = 1 [W/mK]

n = numero di lastre che costituiscono il componente trasparente

R_s [m^2K/W] = resistenza dell'eventuale spazio racchiuso tra le due finestre

= 0,186 [m^2K/W] per spessore di intercapedine d'aria di 15mm, entrambe le superfici non trattate

A_f = area del telaio [m^2]

U_f = trasmittanza termica del telaio [W/m^2K]

– con due camere cave e in pvc: U_f = 2,2 [W/m^2K]

– con tre camere cave e in pvc: U_f = 2,0 [W/m²K]

L_g = perimetro della superficie vetrata [m]

ψ_g = trasmittanza lineare del giunto tra le lastre di vetro, da considerarsi solo in presenza di più vetri [W/mK]

= 0,04 [W/mK] per vetrata doppia o tripla, vetro non rivestito, intercapedine con aria o gas

- *<u>EA Credito 5: Prestazioni avanzate dei sistemi di distribuzione dei fluidi per la climatizzazione invernale ed estiva. 1-4 punti</u>*

Per conseguire questo credito è necessario il perseguimento di alcuni punti a seconda che si tratti di sistemi che prevedano una climatizzazione basata su un sistema ad aria, oppure sistemi che prevedono una climatizzazione basata su un sistema ad acqua, oppure sistemi misti.

1 - sistemi che prevedono una climatizzazione basata su un sistema ad <u>aria</u>

– Riduzione delle perdite di aria lungo i canali (1 punto) >> Limitare il tasso di perdita dai canali d'aria posti all'esterno del volume condizionato. Tasso misurato: $T_p < 0,54\ m^3/h$

OPPURE

– Rendere minime le perdite di distribuzione (2 punti). >> È necessario soddisfare uno dei due requisiti:

✔ limitare il tasso di perdita dai canali d'aria posti all'esterno del volume condizionato. Tasso di perdita misurato: $T_p < 0,183\ m^3/h$

✔ collocare l'unità di trattamento aria e l'intera rete di canali all'interno del volume condizionato e minimizzare le perdite dell'involucro.

2 - Sistemi che prevedono una climatizzazione basata su un sistema ad <u>acqua</u>

– Riduzione delle perdite di distribuzione (1 punto) >> Tenere il sistema interamente all'interno del volume condizionato

OPPURE
– Rendere minime le perdite di distribuzione (2 punti) >> Installare un sistema di controllo che moduli la temperatura dell'acqua in base alla temperatura dell'aria esterna.

3 - Sistemi misti: si considerano perseguibili le prime due opzioni e cumulabili i diversi punteggi in relazione ai livelli prestazionali conseguibili (max 4 punti).

La riduzione delle dispersioni verso l'esterno da parte dei sistemi di distribuzione determina un minore consumo di energia con i conseguenti vantaggi energetici ed ambientali.

- *EA credito 6: Produzione e distribuzione efficiente di acqua calda sanitaria. 1-3 punti*

Il raggiungimento del credito è possibile attraverso le opzioni, potenzialmente cumulabili:

1 - Efficiente distribuzione di acqua calda (1 punto). Un sistema che si possa considerare efficiente deve soddisfare diverse caratteristiche:
– lunghezza totale del circuito di ricircolo dell'acqua calda:
✔ L < 12 mtl per unità immobiliari su un livello
✔ L < 12 mtl + 2h (h = altezza interpiano lorda) per unità immobiliari su due livelli
✔ L = 24 + (n – 2) * 8 mtl (n = numero totale delle unità immobiliari) per edifici anche su più livelli serviti da impianto centralizzato
– lunghezza totale del sistema di distribuzione principale dell'acqua calda:
✔ L < 20 mtl per unità immobiliari su un livello
✔ L < 20 mtl + 2h (h = altezza interpiano lordo) per unità immobiliari su due livelli
✔ L = 40 + (n – 2) * 12 mtl (n = numero totale delle unità immobiliari) per edifici anche su più livelli serviti da impianto centralizzato

– distribuzione principale senza collettori di distribuzione

✔ L ≤ 3m lunghezza delle derivazioni dal circuito ad ogni apparecchio sanitario

✔ d ≤½ pollice diametro nominale

– distribuzione principale con collettori di distribuzione

✔ L ≤ 6m lunghezza delle derivazioni dal circuito ad ogni apparecchio sanitario

✔ d ≤½ pollice diametro nominale

– utenze finali: rubinetti dotati di doppio livello di apertura (bassa e alta portata) e di rompigetto areatore in ogni erogatore nei bagni e nella cucina

– pompa di ricircolo ad alta efficienza

– gli edifici plurifamiliari serviti da impianto centralizzato dovranno avere sistema di dosaggio di prodotto biocida antilegionella.

Per sistema di distribuzione principale si intende il sistema che parte dal punto di produzione fino a tutte le distribuzioni all'interno delle unità immobiliari con esclusione degli allacciamenti terminali agli apparecchi sanitari.

2 - Isolamento delle tubazioni (1 punto). Tutte le tubazioni dell'acqua calda per uso domestico devono avere un valore di resistenza termica R > 0,3 Km^2/W per tubazioni con d ≤1 pollice ed R > 0,75 Km^2/W per d > 1 pollice. L'isolamento deve essere correttamente installato sulla linea con particolare attenzione ai pezzi speciali come curve e raccordi, in modo da evitare imperfezioni e perdite di calore.

3 - Dispositivi di produzione acqua calda sanitaria ad alta efficienza (1 punto). Si premiano i sistemi che incrementano il livello minimo di produzione di acqua calda sanitaria da fonti rinnovabili previsto da normativa (50%). il sistema deve quindi soddisfare una delle due configurazioni:

✔ il sistema di riscaldamento dell'acqua calda sanitaria da fonte rinnovabile garantisce una copertura nell'anno non inferiore al 60%

✔ l'integrazione della produzione di acqua calda sanitaria non coperta da fonte

rinnovabile è coperta da un sistema a pompa di calore con esclusione di utilizzo di caldaie a combustione convenzionale fossile.

La produzione di energia da fonti rinnovabili in sito e il risparmio energetico derivante dall'ottimizzazione dei sistemi di trasporto ed utilizzo di acqua potabile si traduce in un risparmio sui costi e sull'utilizzo di fonti fossili oltre a ridurre le conseguenze delle fluttuazioni del mercato dell'energia e dell'acqua.

- *EA credito 7: Illuminazione. 1-2 punti*

Per accumulare questi due punti è necessario ridurre i consumi energetici connessi con l'illuminazione sia di interni che di esterni seguendo una delle due opzioni alternative:

OPZIONE 1: Miglioramento dell'efficienza energetica del sistema di illuminazione utilizzando lampade ad alta efficienza luminosa negli ambienti, sia interni che esterni, ad alto utilizzo (almeno 7 lampade negli ambienti interni -1 punto- e almeno 4 nelle zone comuni esterne -1 punto-). Inoltre tutti gli apparecchi di illuminazione esterna devono avere il comando di accensione sotteso, sia a relè crepuscolare che a rivelatore di movimento, o alimentati da celle fotovoltaiche integrate.

OPZIONE 2: Illuminazione avanzata. L'installazione di lampade ad alta efficienza luminosa si estende all'80% degli apparecchi illuminanti di tutto l'edificio ed inoltre si deve prevedere un comando di accensione da rivelatore di movimento per gli apparecchi illuminanti delle zone di transito e per illuminazione generale della cucina e dei servizi igienici. Per quanto riguarda gli apparecchi di illuminazione esterna devono avere il comando sia a relè crepuscolare che a rivelatore di movimento o devono essere alimentati da celle fotovoltaiche integrate.

Ai fini pratici è quindi necessario calcolare il numero e la percentuale di lampade ad alta efficienza luminosa presenti nell'abitazione, facendo riferimento anche ai dati forniti dalla tabella seguente sui requisiti del sistema di illuminazione.

Requisiti del sistema di illuminazione	
Classe efficienza energetica	A
Efficienza luminosa (Lumen/Watt)	≥50, per lampade a LED ≥60, per lampade fluorescenti con potenza inferiore a 30Watt ≥70, per lampade con potenza superiore o uguale a 30 Watt
Vita media	≥30.000 ore, per lampade a LED ≥10.000 ore, per lampade fluorescenti
Mantenimento dell'efficienza luminosa	Le lampade devono avere un'efficienza luminosa in Lumen/Watt non inferiore all'80% del valore iniziale dopo 4000 ore di vita
Indice di resa cromatica R_a	≥80% per lampade fluorescenti compatte ≥75% per lampade fluorescenti lineari
Temperatura di colore	Le lampade devono avere una delle temperature di colore: 2700K, 3000K, 3500K, 4100K, 5000K, 6500K.

Gli apparecchi illuminanti dotati di lampade fluorescenti consumano circa il 50-75% in meno rispetto a quelli con lampade incandescenti convenzionali; quelle compatte e a led il 75% in meno di energia, producono il 75% di calore in meno e durano fino a 10volte di più.

- *EA credito 8: Elettrodomestici. 1-3 punti*

È necessario ridurre il consumo di energia e di acqua degli elettrodomestici.

Questo è possibile farlo adottando una delle seguenti opzioni:

1 - Adozione di elettrodomestici ad alta efficienza (1 punto) con un'alta classe energetica, come ad esempio frigoriferi di classe A++, lavastoviglie e lavatrici di classe A+.

2 - Adozione di elettrodomestici in grado di sfruttare la produzione di acqua calda in carico all'impianto (max 2 punti):

- lavatrici che rispettino un consumo d'acqua W_t ben definito (1 punto)

$W_t \leq 5 * c1/2 + 35$, con c capacità nominale della lavatrice per il programma standard a pieno carico per tessuti di cotone

- elettrodomestici con caratteristiche avanzate (1 punto) come lavastoviglie e lavatrici complete di allacciamento all'acqua calda.

La classe di efficienza energetica viene definita attraverso l'Indice di Efficienza Energetica (IEE) calcolato con la seguente formula e arrotondato al primo decimale:

$$IEE = \frac{AE_c}{SAE_c} * 100$$

dove:

AE_c [kWh/anno] = consumo annuo di energia dell'apparecchio di refrigerazione per uso domestico

SAEc [kWh/anno] = consumo annuo di energia standard, viene arrotondato al secondo decimale.

Aec e SAEc dipendono dal tipo di elettrodomestico.

Non tutte le nuove abitazioni sono vendute con gli elettrodomestici già installati. Questi crediti sono disponibili solo se l'abitazione include gli elettrodomestici.

- *EA credito 9: Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. 1-7 punti*

Per acquisire punteggi in questo credito è necessario raggiungere determinati livelli di copertura della domanda di energia elettrica da fonti rinnovabili come energia solare, eolica, geotermica, prodotta da combustibili rinnovabili o dal movimento delle maree e dei flussi d'acqua.

A seconda della percentuale di copertura del fabbisogno di energia elettrica verranno conferiti da 1 a 7 punti, come riassunto in tabella:

Percentuale di copertura del fabbisogno di energia elettrica	**Punteggio assegnato**
3%	1
6%	2
9%	3
12%	4
15%	5
18%	6
21%	7

La percentuale di copertura del fabbisogno elettrico da fonti rinnovabili si calcola come:

$$P_{rin} = \frac{E_{rin\ ,\ extra}}{E_{tot}}$$

con

$E_{rin,extra} = E_{rin} - E_{rin,min}$: produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eccedente l'obbligo di legge.

E_{rin} = totale elettricità prodotta da sistemi rinnovabili

$E_{rin,min}$ = produzione annua di energia elettrica da sistemi rinnovabili

$E_{tot} = E_{ill} + E_{proc} + E_{p,raffr} + E_{p,risc}$: fabbisogno annuo elettrico totale dell'edificio

E_{ill} = fabbisogno annuo elettrico per impianti di illuminazione

E_{proc} = fabbisogno annuo elettrico per elettrodomestici

$E_{p,raff}$ = fabbisogno annuo elettrico per il raffrescamento

$E_{p,risc}$ = fabbisogno annuo elettrico per il riscaldamento

- *EA credito 10: Efficienza dei sistemi di generazione per la climatizzazione invernale ed estiva. 1-3 punti*

Per acquisire punti in questo credito si devono ridurre i consumi energetici connessi ai sistemi sia di riscaldamento che di raffrescamento, utilizzando pompe di calore elettriche o a gas che rispettino determinati valori di COP ed EER (tre livelli) oppure generatori di calore tipo caldaia o stufa con un rendimento termico utile almeno di 98,5%.

SISTEMA HVAC		**LIVELLO 1** 1 PUNTO		**LIVELLO 2** 2 PUNTI		**LIVELLO 3** 3 PUNTI	
		COP	EER	COP	EER	COP	EER
Pompa di calore elettrica	aria/aria	4,2	3,7	4,5	4	4,9	4,3
	aria/acqua PUR ≤35 kW	4,3	4,2	4,5	4,7	4,8	5,3
	aria/acqua PUR > 35 kW	3,9	3,3	4	3,4	4,1	3,5
	salamoia/aria	4,6	4,6	5	4,8	5,3	5,1
	salamoia/acqua	4,6	4,6	5	4,8	5,3	5,1
	acqua/aria	5,1	4,6	5,6	4,8	6,1	5,1
	acqua/acqua	5,9	5,7	6,9	6,3	7,9	7
Pompa di calore a gas	acqua/aria	1,5	0,7	1,5	0,8	1,6	0,9
	aria/acqua	1,4	0,7	1,5	0,8	1,5	0,9
	salamoia/aria	1,6	0,7	1,7	0,8	1,7	0,9
	salamoia/acqua	1,5	0,7	1,5	0,8	1,6	0,9
	acqua/aria	1,6	0,7	1,7	0,8	1,7	0,9
	acqua/acqua	1,6	0,7	1,6	0,8	1,7	0,9

Ove presenti, devono soddisfare i requisiti di questo credito sia i sistemi di generazione connessi agli impianti di riscaldamento sia i sistemi di generazione connessi agli impianti di raffreddamento. Se uno solo dei due tipi di dispositivo soddisfa i requisiti, si acquisirà al massimo un punto. Se l'edificio è riscaldato esclusivamente tramite dispositivi tipo caldaia o stufa, è possibile conseguire solo un punteggio pari ad 1, corrispondenti al Livello 1.

4. Analisi di un caso studio: Appartamento di civile abitazione

L'approccio energetico appena descritto è stato applicato ad un caso studio, reale, per poter confrontare i risultati del protocollo Leed e quelli della normativa italiana in vigore nell'ambito della certificazione energetica degli edifici.

L'appartamento analizzato è situato a Modena in un contesto periferico, formato dalla sommatoria di tante palazzine dalle forme più svariate. É collocato in un edificio bifamiliare formato da un piano interrato e tre fuori terra; l'appartamento in oggetto è sviluppato sugli ultimi due livelli: il primo piano è adibito a zona giorno, mentre il secondo e ultimo piano (sottotetto) a zona notte.

Il volume è compatto e l'orientamento dei lati lunghi dell'edificio è in direzione sud-nord (con affaccio anche a sud per tutte le zone giorno); la palazzina è circondata da un cortile in parte utilizzato a giardino e in parte pavimentato. Il piano terra è perfettamente accessibile dal prato e dalle pavimentazioni circostanti, senza cioè gradini o dislivelli significativi.

Gli infissi sono di materiale plastico (pvc) di colore bianco, così come la porta di ingresso principale (condominiale), posta a nord-est. Le pareti esterne sono intonacate e di colore giallo chiaro.

I dati relativi alla località di Modena, indispensabili per il calcolo degli indici di prestazione, sono:

- GG (gradi giorno): 2258
- Temperatura minima invernale di progetto: - 5°C
- Umidità relativa dell'aria di progetto per la climatizzazione estiva: 45,97%
- Irradianza solare massima estiva su superficie orizzontale: 289,35 W/m^2 (valore medio giornaliero)

Per quanto riguarda l'appartamento:

- Temperatura invernale interna di progetto: 20°C
- Umidità relativa invernale interna: 65%
- Temperatura estiva interna di progetto: 26°C

- Umidità relativa estiva interna: 50%
- Volume lordo: 836,82 m^3
- Superficie lorda: 462,87 m^2
- S/V = 0,55 m^{-1}
- Superficie utile: 176 m^2
- Generatore di calore a gas: caldaia a condensazione Immergas Hercules Solar 200 Condensing (valore nominale della potenza termica utile: 26 kW)

4.1. Requisito EA: Approccio prestazionale

APPROCCIO PRESTAZIONALE Punteggio massimo perseguibile: 30 punti
EA Prerequisito 1 Prestazioni energetiche minime *Obbligatorio*
EA Prerequisito 5 Gestione dei fluidi refrigeranti *Obbligatorio*
EA Credito 1 Ottimizzazione delle prestazioni energetiche *max 27 punti*
EA Credito 6 Produzione e distribuzione efficiente di acqua calda sanitaria *3 punti*

- *EA prerequisito 1: Prestazioni energetiche minime. Obbligatorio*

Si è scelto di seguire l'opzione 1, procedura semplificata che prevede il conseguimento di un valore di prestazione energetica dell'edificio che includa i fabbisogni di energia primaria per la climatizzazione invernale (*i*), estiva(*e*), per la produzione di acqua calda sanitaria (*acs*), per l'illuminazione (*ill*), per gli usi di processo (*proc*), e il contributo dei sistemi di produzione di energia da fonti rinnovabili (*rinn*), inferiore di almeno il 10% rispetto alla prestazione energetica di un edificio di riferimento.

Per risolvere la seguente equazione

$$\left(1-\frac{EP_i+EP_e+EP_{acs}+EP_{ill}+EP_{proc}-E_{rinn}}{EP_{i\ ,\ lim}+EP_{e\ ,\ lim}+EP_{acs\ ,\ lim}+EP_{ill\ ,\ lim}+EP_{proc\ ,\ lim}-EP_{rinn\ ,\ lim}}\right)*100\geqslant 10$$

sono state seguite le indicazioni:

EP_i	UNI/TS 11300:2008 (calcolo in condizioni standard)
EP_e	UNI/TS 11300:2008 (calcolo in condizioni standard)
EP_{acs}	UNI/TS 11300:2008
EP_{ill}	Fabbisogno di energia elettrica per illuminazione/η_{el}
EP_{proc}	Fabbisogno di energia legato a lavatrice, lavastoviglie e frigorifero
EP_{rinn}	Fabbisogno legato ai sistemi per la produzione di energia da fonte rinnovabile

Per i valori limite:

$EP_{i,lim}$	Valore di legge definito secondo D.Lgs 311/2006
$EP_{e,lim}$	$EP_{e,lim} = EP_{ei,lim}$ / SEER * η_{el} * R_s
$EP_{acs,lim}$	Valore previsto dalla linea guida nazionale per la Certificazione energetica degli edifici con riferimento alla classe A
$EP_{ill,lim}$ + $EP_{proc,lim}$	Valore di riferimento contenuto nella UNI EN ISO 13790 corrispondente agli usi elettrici legati alla residenza
$EP_{rinn,lim}$	Valore corrispondente all'energia prodotta attraverso lo sfruttamento di fonti rinnovabili secondo quanto richiesto dalla legge nazionale

Attraverso l'utilizzo del software MC4, che fa riferimento alla normativa UNI/TS 11300:2008, si sono calcolati gli indici di prestazione energetica invernale, dell'involucro nel periodo estivo e per l'acqua calda sanitaria, con i relativi limiti imposti.

EP_i = 64,71 kWh/m^2 anno

$EP_{i,lim}$ = 64,82 kWh/m^2 anno

$EP_{e,inv}$ = 18,68 kWh/m^2 anno

$EP_{e,inv\ lim}$ = 30 kWh/m^2 anno

$$\rightarrow \quad EP_e = \frac{EP_{e,inv}}{SEER * R_s * \eta_{el}} = \frac{18,68}{2,8 * 0,9 * 0,46} = 13,53 \ \ KWh/m^2 \ \ anno$$

$$EP_{e,lim} = \frac{EP_{e,inv\ lim}}{SEER * R_s * \eta_{el}} = \frac{30}{2,8 * 0,9 * 0,46} = 25,88 \ \ KWh/m^2 \ \ anno$$

EP_{acs} = 15,60 kWh/m^2 anno (al netto delle fonti rinnovabili)

$EP_{acs,lim}$ = 18 kWh/m^2 anno (per residenza, dal protocollo Leed)

$$EP_{ill} = \frac{\text{Fabbisogno energia elettrica per illuminazione}}{\eta_{el}} =$$

$$= \frac{\text{n° punti luce} * \text{potenza assorbita} * \text{ore di utilizzo all'anno}}{\eta_{el}} =$$

$$= \frac{23 * 20 * 3000}{0,46} = 3000\ KWh/anno \ \rightarrow \ 17,05\ KWh/m^2 \ \ anno$$

Lavatrice: 221 kWh/anno

Lavastoviglie: 278 kWh/anno

Frigorifero: 281 kWh/anno

EP_{proc} = 221 + 278 + 281 = 780 kWh/anno → 4,43 kWh/m^2 anno

$EP_{ill,lim} + EP_{proc,lim} = 25$ kWh/m^2 anno

$EP_{rinn} = 16{,}29 + 7{,}23 = 23{,}52$ kWh/m^2 anno (pannelli fotovoltaici e pannelli solari)
$EP_{rinn,lim} = 10$ kWh/m^2 anno

$$\left(1-\frac{64{,}71+13{,}53+15{,}60+17{,}05+4{,}43-23{,}52}{64{,}82+25{,}88+18+25-10}\right)*100=25{,}8\geqslant 10$$

- *EA Prerequisito 5: Gestione dei fluidi refrigeranti. Obbligatorio*

Questo prerequisito non necessita di calcoli. Sono installati sistemi per la climatizzazione che fanno uso di fluidi refrigeranti senza la presenza di CFC o HCFC. É utilizzato un fluido refrigerante della categoria HFC (idrofluorocarburi), gas ad impatto zero sullo strato d'ozono, R-410A.

- *EA Credito 1: Ottimizzazione delle prestazioni energetiche. 1-27 punti*

Si è scelto di seguire l'opzione 1, procedura semplificata.
Dimostrare il conseguimento di una prestazione energetica minore rispetto all'edificio di riferimento secondo una delle due opzioni di calcolo. Per edificio di riferimento di intende quello delineato dalla normativa vigente (UNI/TS 11300:2008), in particolare quella a livello regionale (D.A.L. 156 Emilia Romagna, nel caso in esame).

$$Riduzione\,[\%]=$$

$$=\left(1-\frac{EP_i+EP_e+EP_{acs}+EP_{ill}+EP_{proc}-E_{rinn}}{EP_{i\,,\,lim}+EP_{e\,,\,lim}+EP_{acs\,,\,lim}+EP_{ill\,,\,lim}+EP_{proc\,,\,lim}-EP_{rinn\,,\,lim}}\right)*100=$$

$$=\left(1-\frac{64{,}71+13{,}53+15{,}60+17{,}05+4{,}43-23{,}52}{64{,}82+25{,}88+18+25-10}\right)*100=25{,}8$$

Nuova costruzione		Ristrutturazione	
Riduzione percentuale	Punteggio previsto	Riduzione percentuale	Punteggio previsto
14%	2	10%	2
18%	4	14%	4
22%	6	18%	6
26%	8	22%	8
30%	10	26%	10
34%	12	30%	12
38%	14	34%	14
42%	16	38%	16
46%	18	42%	18
50% e oltre	20	46% e oltre	20

Si conseguono pertanto 8 punti per questo credito.

- *EA Credito 6: Produzione e distribuzione efficiente di acqua calda sanitaria. 3 punti*

OPZIONE 1: Efficiente distribuzione di acqua calda (1 punto)

– Lunghezza totale del circuito di ricircolo:

✔ L < 12 mtl + 2h (h = altezza interpiano lorda) per unità immobiliari su due livelli

→ 12,5 + 11 < 12 + 2 * 3,21 = 23,5 mtl < 18,42 mtl → NON VERIFICATA

– Lunghezza totale del sistema di distribuzione principale acs:

L < 20 mtl + 2h (h = altezza interpiano lordo) per unità immobiliari su due livelli

→ 26,1 + 21,3 < 20 + 2 * 3,21 = 47,4 mtl < 26,42 mtl → NON VERIFICATA

– distribuzione principale con collettori di distribuzione

✔ L ≤ 6m lunghezza delle derivazioni dal circuito ad ogni apparecchio sanitario → VERIFICATA

✔ d ≤ ½ pollice (3,81 cm) diametro nominale → tutte le tubazioni utilizzate hanno diametro pari a 1,6 cm → VERIFICATA

– utenze finali: rubinetti dotati di doppio livello di apertura (bassa e alta portata) e

di rompigetto aeratore in ogni erogatore nei bagni e nella cucina → NON VERIFICATA

– pompa di ricircolo ad alta efficienza → VERIFICATA (installata dentro al generatore di calore)

Pertanto non si possono accumulare punti per questa opzione.

OPZIONE 2: Isolamento delle tubazioni (1 punto)
Le tubazioni utilizzate sono in multistrato complete di coibentazione, come da normativa vigente.

Si accumula 1 punto per questa opzione.

OPZIONE 3: Dispositivi produzione acqua calda sanitaria ad alta efficienza (1 punto)
il sistema deve quindi soddisfare una delle due configurazioni:

✔ il sistema di riscaldamento dell'acqua calda sanitaria da fonte rinnovabile garantisce una copertura nell'anno non inferiore al 60% → NON VERIFICATA (si copre il 50% con pannelli solari)

✔ l'integrazione della produzione di acqua calda sanitaria non coperta da fonte rinnovabile è coperta da un sistema a pompa di calore con esclusione di utilizzo di caldaie a combustione convenzionale fossile. → NON VERIFICATA

Non si accumulano punti per questa opzione.

Per il credito 6 viene quindi totalizzato 1 punto.

Riassumendo quindi i crediti dell'approccio prestazionale si giunge al risultato complessivo descritto nella seguente tabella:

CREDITO	PUNTEGGIO ACQUISITO
EA credito 1	8 punti (su 27)
EA credito 6	1 punto (su 3)
TOTALE	**9 punti (su 30)**

4.2. Requisito EA: Approccio prescrittivo

APPROCCIO PRESCRITTIVO Punteggio massimo perseguibile: 30 punti
EA Prerequisito 2 Prestazioni minime dell'involucro opaco *Obbligatorio*
EA Prerequisito 3 Tenuta all'aria del sistema involucro *Obbligatorio*
EA Prerequisito 4 Prestazioni minime dell'involucro trasparente *Obbligatorio*
EA Prerequisito 5 Gestione dei fluidi refrigeranti *Obbligatorio*
EA Credito 2 Prestazioni avanzate dell'involucro opaco *2 punti*
EA Credito 3 Prestazioni avanzate di tenuta all'aria del sistema involucro *max 3 punti*
EA Credito 4 Prestazioni avanzate involucro trasparente *max 3 punti*
EA Credito 5 Prestazioni avanzate dei sistemi di distribuzione dei fluidi per la climatizzazione invernale ed estiva *max 4 punti*
EA Credito 6 Produzione e distribuzione efficiente di acs *3 punti*
EA Credito 7 Illuminazione *max 2 punti*
EA Credito 8 Elettrodomestici *max 3 punti*
EA Credito 9 Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili *max 7 punti*
EA Credito 10 Efficienza dei sistemi di generazione per la climatizzazione invernale ed estiva *max 3 punti*

- *EA Prerequisito 2: Prestazioni minime dell'involucro opaco. Obbligatorio*

Raggiungimento di un isolamento termico sufficiente a raggiungere i valori di trasmittanza in W/m²K riportati in tabella, per edifici esistenti:

Zona climatica	**Strutture opache orizzontali**		**Strutture opache verticali**
	Coperture	Pavimenti	
A	0,36	0,62	0,59
B	0,36	0,47	0,46
C	0,36	0,40	0,38
D	0,30	0,34	0,34
E	0,29	0,31	0,32
F	0,28	0,30	0,31

Per l'appartamento in esame, attraverso il software MC4 si è giunti al seguente risultato:

Strutture opache		**Trasmittanza [W/m²K]**
Strutture opache verticali	Pareti esterne intonacate	0,23
	Parete vano scala	0,25
Strutture opache orizzontali	Coperture	0,25
	Pavimenti (solaio interpiano)	0,27

Tutte le strutture rispettano i limiti del protocollo.

- *EA Prerequisito 3: Tenuta all'aria del sistema involucro. Obbligatorio*

Questo prerequisito non necessita calcoli. Si farà riferimento al caso 2 in cui viene richiesto che tutte le classi energetiche (esclusa la A) rispettino le indicazioni della UNI/TS 11300:2008. Dal momento che il software utilizzato (MC4) fa riferimento alla suddetta normativa e dal momento che le verifiche vengono soddisfatte, si ritiene soddisfatto questo prerequisito.

- *EA Prerequisito 4: Prestazioni minime dell'involucro trasparente. Obbligatorio*

Il valore di trasmittanza vetro+infisso deve rispettare i limiti di seguito riportati:

Zona Climatica	A	B	C	D	E	F
U_w (W/m²K)	≤3,9	≤2,5	≤2,2	≤2,00	≤1,90	≤1,70

Per l'appartamento oggetto di studio sono stati utilizzati infissi in pvc, doppie vetrate, una lastra con trattamento superficiale ed emissività normale (≤ 0,1) e spessore vetri-intercapedine 4-12-4. Il gas utilizzato nell'intercapedine è l'argon. Sempre con l'ausilio del software MC4, inserendo caratteristiche geometriche e costruttive, sono stati calcolati i seguenti valori di trasmittanza:

Componenti vetrati	Trasmittanza [W/m²K]
Porta Finestra 140*230	1,77
Porta Finestra 120*200	1,81
Finestra 195*130	1,82
Finestra 160*130	1,79
Finestra 130*130	1,82
Finestra 100*130	1,88
Finestra 65*130	1,82
Finestra 75*130	1,80
Finestra 45*130	1,91
Finestra 80*80	1,84

L'unica finestra che supera, anche se di poco, il valore di soglia imposto dal protocollo per la zona climatica E, è quella di dimensioni 45*130. Per poter abbassare questo valore si potrebbe aumentare la superficie vetrata, quindi la misura della finestra, anche solo di 5 cm (50*130) per ottenere un valore di 1,88.

Se questo non fosse possibile, si devono migliorare le prestazioni dei singoli componenti (vetro o telaio): ad esempio si può utilizzare una lastra con emissività inferiore a 0,05 per ottenere una trasmittanza di 1,8.

- *EA Prerequisito 5: Gestione dei fluidi refrigeranti. Obbligatorio*

Questo prerequisito non necessita di calcoli. Sono installati sistemi per la climatizzazione estiva che fanno uso di fluidi refrigeranti senza la presenza di CFC o HCFC. É utilizzato un fluido refrigerante della categoria HFC (idrofluorocarburi), gas ad impatto zero sullo strato d'ozono, R-410A.

- *EA Credito 2: Prestazioni avanzate dell'involucro opaco. 2 punti*

Raggiungimento di un isolamento termico sufficiente a raggiungere i valori di trasmittanza in W/m^2K riportati in tabella.
Questa tabella rappresenta una riduzione del 10% delle trasmittanze rispetto ai valori del prerequisito 2.

Zona climatica	**Strutture opache orizzontali**		**Strutture opache verticali**
	Coperture	Pavimenti	
A	0,32	0,55	0,53
B	0,32	0,42	0,41
C	0,32	0,36	0,34
D	0,27	0,31	0,31
E	0,26	0,28	0,29
F	0,25	0,27	0,28

Per l'appartamento in esame, attraverso il software MC4 si è giunti al seguente risultato:

Strutture opache		Trasmittanza [W/m²K]
Strutture opache verticali	Pareti esterne intonacate	0,23
	Parete vano scala	0,25
Strutture opache orizzontali	Coperture	0,25
	Pavimenti (solaio interpiano)	0,27

Illustrazione 1: Particolare strutturale delle pareti esterne.

Tutte le strutture rispettano i limiti del protocollo perciò non si possono accumulare per questo credito.

- *EA Credito 3: Prestazioni avanzate di tenuta all'aria del sistema involucro. Max 3 punti*

Per l'ottenimento di questo credito non è stato possibile calcolare il valore di n_{50} attraverso il Blower Door Test da un tecnico indipendente.

Non è possibile quindi accumulare punti.

- *EA Credito 4: Prestazioni avanzate dell'involucro trasparente. 2-3 punti*

Il credito può essere conseguito perseguendo una delle due opzioni: miglioramento prestazionale (2 punti) oppure massimizzazione prestazionale (3 punti) nelle quali il valore di trasmittanza vetro + infisso dovrà dimostrare un valore pari ad almeno quello riportato nella tabella seguente per le varie zone climatiche:

Zona climatica		A	B	C	D	E	F
Miglioramento prestazionale (2 punti)	U_w	≤3,5	≤2,2	≤2,0	≤1,8	≤1,7	≤1,55
Massimizzazione prestazionale (3 punti)	U_w	≤3,1	≤2,0	≤1,8	≤1,6	≤1,5	≤1,40

Per l'appartamento in esame non è possibile scegliere nessuna delle due opzioni in quanto nessuna riuscirebbe ad essere rispettata, come si evince dalla seguente tabella.

Componenti vetrati	**Trasmittanza [W/m²K]**
Porta Finestra 140*230	1,77
Porta Finestra 120*200	1,81
Finestra 195*130	1,82
Finestra 160*130	1,79
Finestra 130*130	1,82
Finestra 100*130	1,88
Finestra 65*130	1,82
Finestra 75*130	1,80

Finestra 45*130	1,91
Finestra 80*80	1,84

Pertanto non è possibile accumulare punti in questo credito.

- *EA Credito 5: Prestazioni avanzate dei sistemi di distribuzione dei fluidi per la climatizzazione invernale ed estiva. Max 4 punti*

I sistemi di climatizzazione previsti includono macchine frigorifere con cicli a compressione ad aria. Tuttavia non è stato misurato il tasso di perdita e l'unità di trattamento aria non è posta all'interno del volume condizionato.

Pertanto non si accumulano punti in questo credito.

- *EA Credito 6: Produzione e distribuzione efficiente di acqua calda sanitaria. Max 3 punti*

OPZIONE 1: Efficiente distribuzione di acqua calda (1 punto)

– Lunghezza totale del circuito di ricircolo:

✔ L < 12 mtl + 2h (h = altezza interpiano lorda) per unità immobiliari su due livelli

→ 12,5 + 11 < 12 + 2 * 3,21 = 23,5 mtl < 18,42 mtl → NON VERIFICATA

– Lunghezza totale del sistema di distribuzione principale acs:

L < 20 mtl + 2h (h = altezza interpiano lordo) per unità immobiliari su due livelli

→ 26,1 + 21,3 < 20 + 2 * 3,21 = 47,4 mtl < 26,42 mtl → NON VERIFICATA

– distribuzione principale con collettori di distribuzione

✔ L ≤ 6m lunghezza delle derivazioni dal circuito ad ogni apparecchio sanitario → VERIFICATA

✔ d ≤ ½ pollice (3,81 cm) diametro nominale → tutte le tubazioni utilizzate hanno diametro pari a 1,6 cm → VERIFICATA

– utenze finali: rubinetti dotati di doppio livello di apertura (bassa e alta portata) e di rompigetto aeratore in ogni erogatore nei bagni e nella cucina → NON VERIFICATA

– pompa di ricircolo ad alta efficienza → VERIFICATA (installata dentro al generatore di calore)

Pertanto non si possono accumulare punti per questa opzione.

OPZIONE 2: Isolamento delle tubazioni (1 punto)
Le tubazioni utilizzate sono in multistrato complete di coibentazione, come da normativa vigente.

Si accumula 1 punto per questa opzione.

OPZIONE 3: Dispositivi produzione acqua calda sanitaria ad alta efficienza (1 punto)
il sistema deve quindi soddisfare una delle due configurazioni:

✔ il sistema di riscaldamento dell'acqua calda sanitaria da fonte rinnovabile garantisce una copertura nell'anno non inferiore al 60% → NON VERIFICATA (si copre il 50% con pannelli solari)

✔ l'integrazione della produzione di acqua calda sanitaria non coperta da fonte rinnovabile è coperta da un sistema a pompa di calore con esclusione di utilizzo di caldaie a combustione convenzionale fossile. → NON VERIFICATA

Non si accumulano punti per questa opzione.

Per il credito 6 viene quindi totalizzato 1 punto.

- *EA Credito 7: Illuminazione. 1-2 punti*

La tipologia di lampade utilizzate all'interno dell'appartamento e nel vano scala condominiale è la seguente:

GEMINI SAVING ELETTRONICA QUICK START 11-15-20-23W 3000K

Ufficio sviluppo prodotto tecnico
Technical development product department

Scheda / Sheet RGS009 **Data / Issue** 12.06.2009

CERTIFICATO/CERTIFICATION ISO 9001:2008
CERT.N. 9130.LEU1

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI / DIMENSIONS

IMMAGINI SOLO INDICATIVE
PICTURE ONLY FOR INDICATION

CODICE LEUCI ITEM CODE	492238.0101	492239.0101	492240.0101	492241.0101	492242.0101
POTENZA NOMINALE RATED WATTAGE	11 W	11W	15 W	20 W	23 W
LUNGHEZZA LENGHT	101 mm	101 mm	115 mm	135 mm	140 mm
DIAMETRO DIAMETER	47 mm	47 mm	47 mm	47 mm	47 mm
ATTACCO CAP	E14	E27	E27	E27	E27
TEMPERATURA DI COLORE COLOUR TEMPERATURE	3000 K				
DURATA AVARAGE LIFE TIME	6000 ORE / HOURS				
CORRENTE DI LAMPADA LAMP CURRENT	90 mA	90 mA	116 mA	152 mA	166 mA
FLUSSO LUMINOSO LUMINOUS FLUX	600 Lm	600 Lm	900 Lm	1200 Lm	1500 Lm
TENSIONE NOMINALE RATED VOLTAGE	220/240V				
FREQUENZA FREQUENCY	50/60 Hz				
EAN-CODE 1 PEZZO 1 PIECE EAN-CODE	8009935062666	8009935060853	8009935060921	8009935060990	8009935061065
EAN-CODE CUBETTO EAN-CODE MASTER CARTON	8009935162779	8009935162847	8009935162915	8009935162984	8009935163059
CLASSE ENERGETICA ENERGY CLASS	A = Massimo risparmio energetico / Maximum energy saving				
QUANTITA' SCATOLA =MOQ BOX QUANTITY = MOQ	10 PEZZI / PIECES				

Il protocollo Leed impone i seguenti requisiti per il sistema di illuminazione:

Requisiti del sistema di illuminazione	
Classe efficienza energetica	A
Efficienza luminosa (Lumen/Watt)	≥50, per lampade a LED ≥60, per lampade fluorescenti con potenza inferiore a 30Watt ≥70, per lampade con potenza superiore o uguale a 30 Watt
Vita media	≥30.000 ore, per lampade a LED ≥10.000 ore, per lampade fluorescenti
Mantenimento dell'efficienza luminosa	Le lampade devono avere un'efficienza luminosa in Lumen/Watt non inferiore all'80% del valore iniziale dopo 4000 ore di vita
Indice di resa cromatica R_a	≥80% per lampade fluorescenti compatte ≥75% per lampade fluorescenti lineari
Temperatura di colore	Le lampade devono avere una delle temperature di colore: 2700K, 3000K, 3500K, 4100K, 5000K, 6500K.

Dal confronto delle due tabelle si evince subito che la vita media delle lampade installate è troppo bassa.

Pertanto non è possibile accumulare punti in questo credito dal momento che per ogni opzione è obbligatorio rispettare la precedente tabella per un numero stabilito di lampade.

- *<u>EA Credito 8: Elettrodomestici. 1-3 punti</u>*

Nell'appartamento analizzato sono installati i seguenti elettrodomestici, di cui si riporta la classe energetica e le caratteristiche principali:

- Frigorifero Rex Electrolux ERC 200 S: classe A+

frigocongelatore rovesciato rex electrolux libera installazione colore silver,classe a+,linea retro' disponibile su ordinazione tempi di consegna 3/5 gg lavorativi

- classe a+
- maniglia metallica orizzontale
- ventilazione interna vano frigo
- capacita' totale lorda/netta:343/337 lt
- capacita' frigorifero lorda/netta:257/256 lt
- capacita' congelatore lorda/netta :86/81 lt
- classe climatica:n/st
- tempo di risalita della temperatura . 30h
- capacita' di congelazione:kg/24h
- porte reversibili
- dimensioni axlxp):200x60x62,5 cm
- cella refrigerante con 5 ripiani in vetro e 2 cassetti verdura
- controporta con 1 scomparto burro con portina,2 mensole,1 mensola con fermabottiglie
- vano congelatore con 3 cassetti

- Lavatrice Bosch WAP 24320 IT: classe A++

INFORMAZIONI GENERALI
Design antivibrazioni: maggiore stabilità e silenziosità
Tasti TouchControl: Macchie, Prelavaggio, Stirameno, Skin Care, Impostazione fine lavaggio, Avvio/Pausa
Display LED per visualizzazione tempo residuo e programmazione fine lavaggio (24 h)
Programmi speciali: Rapido 15', Mix, Scarico Acqua, Lana/Pregiati, Delicati; Programma Eco a 60°C
Cestello VarioSoft: lavaggio energico o delicato nel massimo rispetto dei tessuti
Riconoscimento automatico del carico
Sensore di flusso
Sistema anti-sbilanciamento 3D

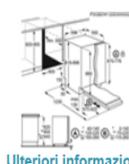
DATI ETICHETTA ENERGETICA
Capacità di carico nominale: 8 kg
Classe di efficienza energetica: A++
Consumo di energia 221 kWh/anno, basato su 220 cicli di lavaggio standard per programmi per tessuti di cotone a 60°C e 40°C a pieno carico e a carico parziale
Consumo energetico del programma "cotone" standard a 60° a pieno carico 1.18 kWh e a carico parziale 0.86 kWh. Consumo energetico del programma "cotone" standard a 40 a carico parziale 0.74 kWh.
Consumo energetico ponderato in modo spento/lasciato acceso:0.1 W / 2.6 W
Consumo di acqua 11800 litri/anno, basato su 220 cicli di lavaggio standard per programmi per tessuti di cotone a 60°C e a 40°C a pieno carico e a carico parziale. Il consumo effettivo dipende dalle modalità di utilizzo dell'apparecchio.
Classe di efficienza centrifuga: B
Velocità massima di centrifuga: 1200 giri/min Grado di umidità residua: 55 %
Durata del programma standard per tessuti di cotone a 60°C a pieno carico 205 min e a carico parziale 170 min. Durata del programma standard per tessuti di cotone a 40° a carico parziale 115 min.
Livello sonoro durante la fase di lavaggio nel programma standard per tessuti di cotone a 60°C a pieno carico: 55 dB (A) re 1 pW
Livello sonoro durante la fase di centrifuga nel programma standard per tessuti di cotone a 60°C a pieno carico: 76 dB (A) re 1 pW

- Lavastoviglie Rex Electrolux TT 802: classe A+

Caratteristiche

- Integrata totale - 60 cm
- Vasca XXL per piatti Ø max 34 cm
- Mulinello FlexiSpray™
- 5 programmi di lavaggio: intensivo - auto - eco -rapido 30 min. - ammollo
- Opzioni: Risparmio Energia - Multitab
- Partenza ritardata (3, 6 ore)
- Avvisatore acustico di fine ciclo
- Cesto RealLife® superiore regolabile in altezza con 3 supporti laterali porta tazze reclinabili con bordi sagomati per calici a stelo lungo
- Cesto RealLife® inferiore con settori reclinabili
- Sistema Pure Crystal
- Sicurezza integrata Aqualock
- Mezzo carico automatico (Auto-riconoscimento del carico)
- Sensore di torbidità dell'acqua
- EnergySmart™ con auto-riduzione dei consumi
- Collegamento acqua calda / acqua fredda
- Funzione Auto Off
- Cerniere autobilancianti sliding per ante lunghe
- Sistema di fissaggio dell'anta Perfect Fit
- Consumo acqua 10.8 litri
- Classe di efficienza energetica A+
- Classe di efficacia asciugatura A
- Capacità: 12 coperti I.E.C.
- Silenziosità 47 dB(A) re 1pW

Specifiche tecniche per TT802

▲ Torna all'inizio

Ulteriori informazioni

Modello	TT802
Installazione	Integrata totale
Classe di efficienza energetica	A+
Classe di efficacia di lavaggio	A
Classe di efficacia di asciugatura	A
Consumo di energia per ciclo (kWh)	0.99
Consumo di acqua per ciclo (lt)	10.8
Potenza max assorbita (W)	2200
Colore	Silver

Il protocollo richiede che le classi energetiche degli elettrodomestici siano:

- Frigorifero: A++
- Lavatrice: A+
- Lavastoviglie: A+

Nonostante il frigorifero sia di classe A+ e non A++, si può comunque perseguire 1 punto per l'opzione 1. Inoltre anche per l'opzione 2 si accumula 1 punto su 2 in quanto lavastoviglie e lavatrice posseggono l'allacciamento diretto all'acqua calda.

Si accumula un totale di 2 punti per questo credito.

- *EA Credito 9: Produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. 1-7 punti*

Si deve calcolare il fabbisogno elettrico annuo di riferimento, definito come somma delle voci di domanda energetica dell'abitazione connesse agli usi elettrici; questo valore servirà per il calcolo della percentuale di copertura del fabbisogno di energia elettrica:

$$P_{rin} = \frac{E_{rin\ ,\ extra}}{E_{tot}}$$

con

$E_{rin,extra} = E_{rin} - E_{rin,min}$: produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eccedente l'obbligo di legge.

E_{rin} = totale elettricità prodotta da sistemi rinnovabili = 23,52 kWh/m^2

$E_{rin,min}$ = produzione annua di energia elettrica da sistemi rinnovabili = 10kWh/m^2

→ $E_{rin,extra}$ = 23,52 – 10 = 13,52 kWh/m^2

$E_{tot} = E_{ill} + E_{proc} + E_{p,raffr} + E_{p,risc}$: fabbisogno annuo elettrico totale dell'edificio

E_{ill} = fabbisogno annuo elettrico per impianti di illuminazione = 17,05 kWh/m^2

E_{proc} = fabbisogno annuo elettrico per elettrodomestici = 4,43 kWh/m^2

$E_{p,raffr}$ = fabbisogno annuo elettrico per il raffrescamento = 13,53 kWh/m^2

$E_{p,risc}$ = fabbisogno annuo elettrico per il riscaldamento = 0 kWh/m^2 , in quanto non sono presenti pompe di calore

→ E_{tot} = 21,48 + 13,53 = 35,01 kWh/m^2

Si può ora calcolare la percentuale:

$$P_{rin} = \frac{13{,}52}{35{,}01} = 0{,}39 \rightarrow 39\ \%$$

Percentuale di copertura del fabbisogno di energia elettrica	Punteggio assegnato
3%	1
6%	2
9%	3
12%	4
15%	5
18%	6
21%	7

Si accumulano quindi 7 punti per questo credito.

- *EA Credito 10: Efficienza dei sistemi di generazione per la climatizzazione invernale ed estiva. 1-3 punti*

Per acquisire punti in questo credito si devono ridurre i consumi energetici connessi ai sistemi sia di riscaldamento che di raffrescamento, utilizzando pompe di calore elettriche o a gas che rispettino determinati valori di COP ed EER (tre livelli) oppure generatori di calore tipo caldaia o stufa con un rendimento termico utile almeno di 98,5%.

L'appartamento in esame è riscaldato esclusivamente tramite caldaia a condensazione Immergas Hercules Solar 200 Condensing che ha un rendimento termico utile al 100% di P_n (potenza nominale) pari a 107,5 %; quest'ultimo supera quindi il minimo richiesto dal protocollo.

Dato che non vengono utilizzati sistemi quali pompe di calore, il punteggio accumulato per questo credito è pari ad 1.

Riassumendo quindi i crediti dell'approccio prescrittivo si giunge al risultato complessivo descritto nella seguente tabella:

CREDITO	PUNTEGGIO ACQUISITO
EA credito 2	0 punti (su 2)
EA credito 3	0 punti (su 3)
EA credito 4	0 punti (su 3)
EA credito 5	0 punti (su 4)
EA credito 6	1 punto (su 3)
EA credito 7	0 punti (su 2)
EA credito 8	2 punti (su 3)
EA credito 9	7 punti (su 7)
EA credito 10	1 punto (su 3)
TOTALE	**11 punti (su 30)**

4.3. Altri requisiti

Uno sguardo sommario alle altre aree tematiche consente di avere una visione d'insieme, seppur superficiale e abbozzata. Viene effettuata una rapida carrellata dei crediti in relazione all'appartamento esaminato.

Sostenibilità del sito.

L'edificio in cui si trova l'appartamento oggetto di studio, una villa bifamiliare, è stato costruito su un sito non ecologicamente sensibile, in un lotto già edificato; pertanto non si sono occupati suoli nuovi, lo sviluppo è stato realizzato all'interno di aree urbane esistenti dove sono già presenti servizi e infrastrutture. I servizi sono relativamente vicini, ma non sono presenti dieci servizi entro un raggio di 500 m. Tuttavia l'edificio si trova in prossimità (entro i 400 m) di più fermate dell'autobus servite da tre linee diverse. Nonostante la presenza di una zona cortiliva, essa non risulta sufficientemente vasta rispetto all'impronta dell'edificio e la zona pavimentata è di colore medio chiaro ed impermeabile. La copertura è caratterizzata da tegole su cui sono stati installati pannelli solari e fotovoltaici, quindi non sono presenti materiali alto riflessivi, e nemmeno coperture verdi.
Essendo una villa bifamiliare non sono necessari spazi di relazione e spazi comuni.

Facendo riferimento ai punteggi:

CREDITO	PUNTEGGIO ACQUISITO
SS credito 1	2 punti (su 2)
SS credito 2	2 punti (su 2)
SS credito 3	3 punti (su 3)
SS credito 4	0 punti (su 2)
SS credito 5	2 punti (su 2)
SS credito 6	2 punti (su 2)
SS credito 7	0 punti (su 3)
SS credito 8	0 punti (su 2)
SS credito 9	0 punti (su 1)
SS credito 10	0 punti (su 2)
SS credito 11	0 punti (su 4)
TOTALE	**11 punti (su 25)**

Gestione delle acque

Nell'appartamento analizzato non sono state adottate misure per la riduzione dei consumi, infatti non sono state previste rubinetterie elettroniche o temporizzate e nemmeno riduttori di flusso per lavabi, lavelli e docce; è stato però installato il doppio scarico nei wc. Non è stato previsto un accumulo delle acque piovane, ma l'irrigazione viene effettuata utilizzando l'acqua di una falda freatica sotterranea. Questo però non risulta sufficiente per accumulare punti.

CREDITO	PUNTEGGIO ACQUISITO
GA credito 1	0 punti (su 6)
GA credito 2	0 punti (su 4)
TOTALE	**0 punti (su 10)**

Materiali e Risorse

Come già esplicitato, l'appartamento si trova in un contesto urbano già sviluppato e quindi presenta nelle immediate vicinanze (10 metri dall'uscita principale) cassonetti per la raccolta differenziata di carta, cartone, vetro, plastica e umido. I rifiuti di costruzione sono stati prelevati da ditte specializzate, senza essere preventivamente separati, per essere portati in appositi siti di differenziazione e stoccaggio. Gli elementi strutturali e non strutturali non sono stati riutilizzati all'interno dell'edificio e quindi non si può stabilire una percentuale di contenuto di riciclato; il 20% dei materiali utilizzati e permanentemente installati è di provenienza regionale.

Si può quindi sommariamente affermare:

CREDITO	PUNTEGGIO ACQUISITO
MR credito 1	0 punti (su 3)
MR credito 2	2 punti (su 3)
MR credito 3	0 punti (su 2)
MR credito 4	0 punti (su 2)
MR credito 5	2 punti (su 2)
MR credito 6	0 punti (su 2)
MR credito 7	0 punti (su 1)
TOTALE	**4 punti (su 15)**

Qualità ambientale Interna

Nell'appartamento non sono stati predisposti impianti per la ventilazione forzata o impianti per il miglioramento della ventilazione; è stata considerata la sola ventilazione naturale. Non sono stati costruiti camini e stufe e la caldaia è collocata all'interno dell'appartamento nel locale lavanderia. I garages sono separati dalle unità abitative e questo consente di non avere inquinanti provenienti da questi spazi. Le finestre abbastanza grandi permettono di avere un buon rapporto di illuminazione per tutti gli ambienti. A livello acustico, le pareti di 50 cm di spessore, le doppie vetrate e le tapparelle in materiale plastico, consentono un

buon isolamento acustico.

CREDITO	PUNTEGGIO ACQUISITO
QI credito 1	0 punti (su 3)
QI credito 2	0 punti (su 1)
QI credito 3	0 punti (su 1)
QI credito 4	0 punti (su 2)
QI credito 5	1 punto (su 1)
QI credito 6	0 punti (su 5)
QI credito 7	1 punto (su 1)
QI credito 8	0 punti (su 1)
QI credito 9	1 punto (su 1)
QI credito 10	2 punti (su 2)
QI credito 11	2 punti (su 2)
TOTALE	**7 punti (su 20)**

Innovazione nella Progettazione

Dato che il protocollo GBC Home è stato applicato come mero strumento di analisi post lavori, non è stato coinvolto un professionista qualificato GBC. Inoltre l'assenza di una progettazione integrata ha portato non pochi problemi a livello organizzativo e gestione del lavoro. Non sono state effettuate innovazioni nella progettazione e pertanto non si accumulano crediti in questa area.

CREDITO	PUNTEGGIO ACQUISITO
IP credito 1	0 punti (su 1)
IP credito 2	0 punti (su 3)
IP credito 3	0 punti (su 1)
IP credito 4	0 punti (su 5)
TOTALE	**0 punti (su 10)**

5. Conclusioni

Il lavoro svolto in questa tesi si è concentrato sul confronto tra l'approccio energetico della normativa italiana e quello del manuale GBC Home che si basa sul protocollo americano Leed for Homes del quale riprende requisiti, obiettivi, concetti e modo di progettare gli edifici residenziali in un'ottica completamente verde, per così dire.

Il manuale tuttavia non si concentra soltanto sull'approccio energetico, bensì su tutto ciò che è collegato ad un edificio, dalla scelta del sito alla gestione delle acque, dai materiali scelti alla qualità dell'aria interna, tutti aspetti fondamentali per il benessere degli occupanti.

L'applicazione di GBC è stata effettuata su un appartamento di due livelli situato a Modena in una zona periferica. Dal momento che è mancata talvolta la collaborazione tra i soggetti interessati, è stato più laborioso reperire alcune informazioni; questo rappresenta infatti uno dei motivi per cui, nel manuale, si insiste molto sulla collaborazione: le strategie di sostenibilità sono infatti maggiormente efficienti se implementate in un processo di progettazione integrata in cui si mette a disposizione la professionalità e le conoscenze di ciascuno in ogni fase del processo. Questo consente anche di controllare e ridurre i costi complessivi dell'opera nel raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità.

Con l'utilizzo del software MC4 è stato eseguito il calcolo delle dispersioni invernali e quello degli indici di prestazione energetica EP_i, $EP_{e,inv}$, EP_{acs}, oltre al calcolo delle trasmittanze (come viene riportato negli allegati). Attraverso questi valori si sono effettuati calcoli per i vari crediti EA (Energia e Ambiente) in modo da accumulare punti da sommare per ottenere un unico numero per la sezione EA. Quest'ultima rappresenta la sezione che offre la possibilità di conseguire il massimo numero di punti. I crediti promuovono un approccio che parte dall'analisi e vuole arrivare al miglioramento delle prestazioni energetiche annue nella loro totalità: inverno, estate, acqua calda sanitaria, illuminazione e processo. La verifica presta particolare attenzione ai dettagli costruttivi, ai materiali isolanti impiegati e all'inerzia termica, ma al contempo si considera anche la salubrità degli ambienti. Si verifica inoltre l'orientamento ottimale dell'edificio per

massimizzare la luce naturale e gli apporti gratuiti, si privilegia e premia l'impiego di energia prodotta da fonti rinnovabili prescrivendo l'installazione di collettori solari per l'acqua calda sanitaria e/o pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica.

La sezione Energia e Atmosfera permette di seguire due tipologie di approcci: prestazionale o prescrittivo; a seconda di quello utilizzato si perviene ad un punteggio diverso; questo è dovuto soprattutto al fatto che il credito 1, che compare nel primo, incide fortemente valendo ben 27 punti totali. Attraverso l'approccio prestazionale, infatti, si sono totalizzati soltanto 8 punti su 30, mentre con quello prescrittivo 13 su 30. In entrambi i casi i punti accumulati non sono tanti e questo è dovuto al fatto che GBC Home è sicuramente più restrittivo e orientato ad un tipo di progettazione diverso: il manuale va oltre i limiti imposti dall'attuale normativa proponendo edifici verdi e ad energia quasi zero, con basso impatto ambientale.

La targa rilasciata da GBC, oltre al libretto d'uso dell'edificio, è completamente nuova dal punto di vista grafico rispetto a quelle a cui normalmente si è abituati e certifica l'edificio nella sua interezza, nel suo rapporto con l'ambiente tenendo sempre presente il benessere degli occupanti.

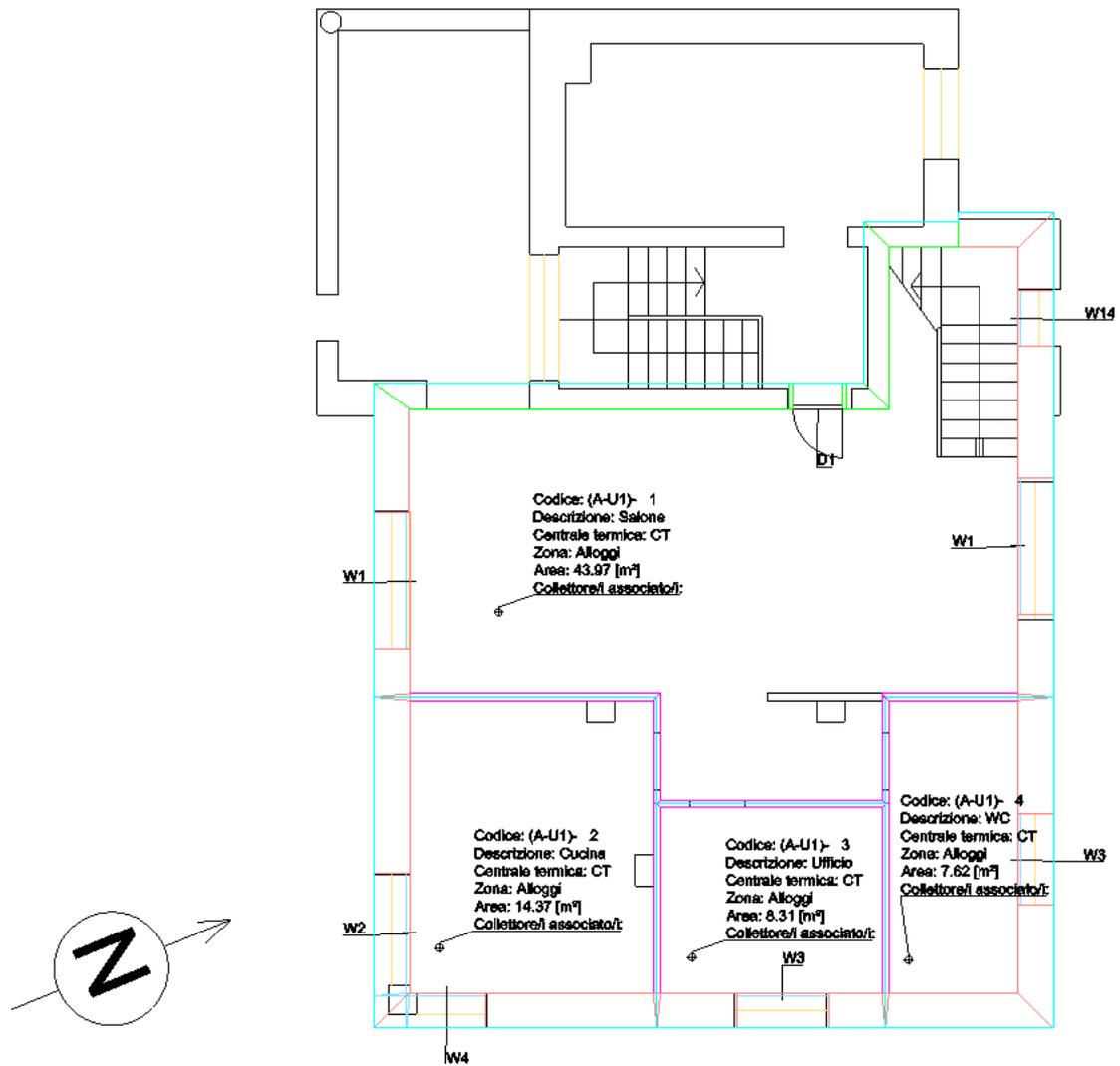
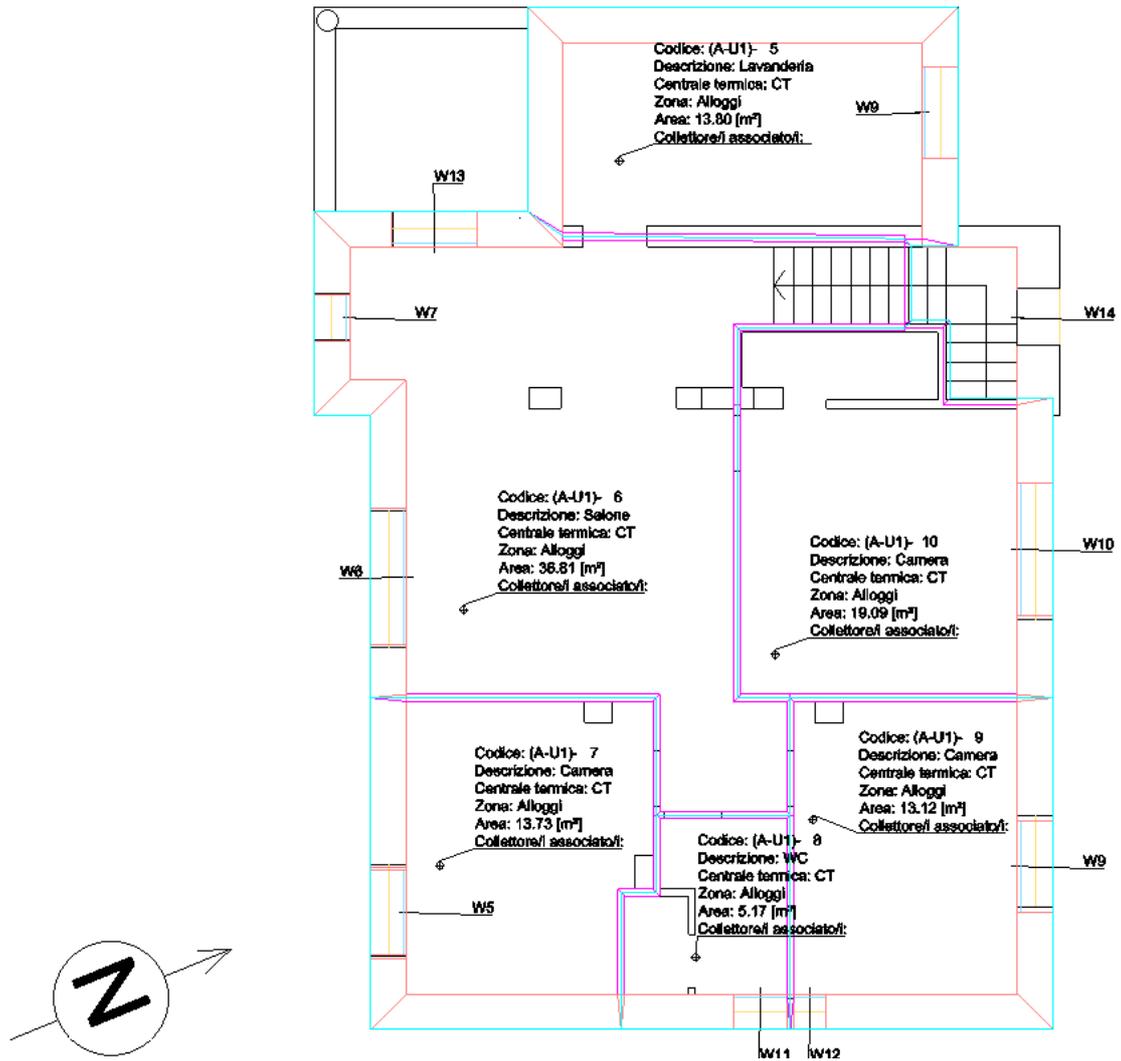
Volendo fare una sorta di confronto tra la Classe energetica A e il livello di certificazione Platino di GBC (il più alto) si può affermare che il risultato cui si perviene attraverso il manuale è sicuramente più completo. Mentre con la classificazione attualmente in uso vengono valutati solo gli indici di prestazione (che fanno comunque riferimento alle caratteristiche edificio) e la presenza di fonti rinnovabili, il protocollo fornisce una valutazione molto più ampia prendendo in considerazione numerosi altri aspetti che spesso non richiedono calcoli, bensì solo una buona progettazione. Con GBC acquista notevole importanza anche la collocazione del progetto, la distanza dai servizi, la densità edilizia per non occupare suolo invano e anche l'obbligo di aree comuni per incentivare le relazioni con le persone. Oltre a tutto ciò GBC tiene notevolmente in considerazione il rispetto dell'ambiente proponendo materiali riciclati, il recupero delle acque e specie vegetative proprie della zona.

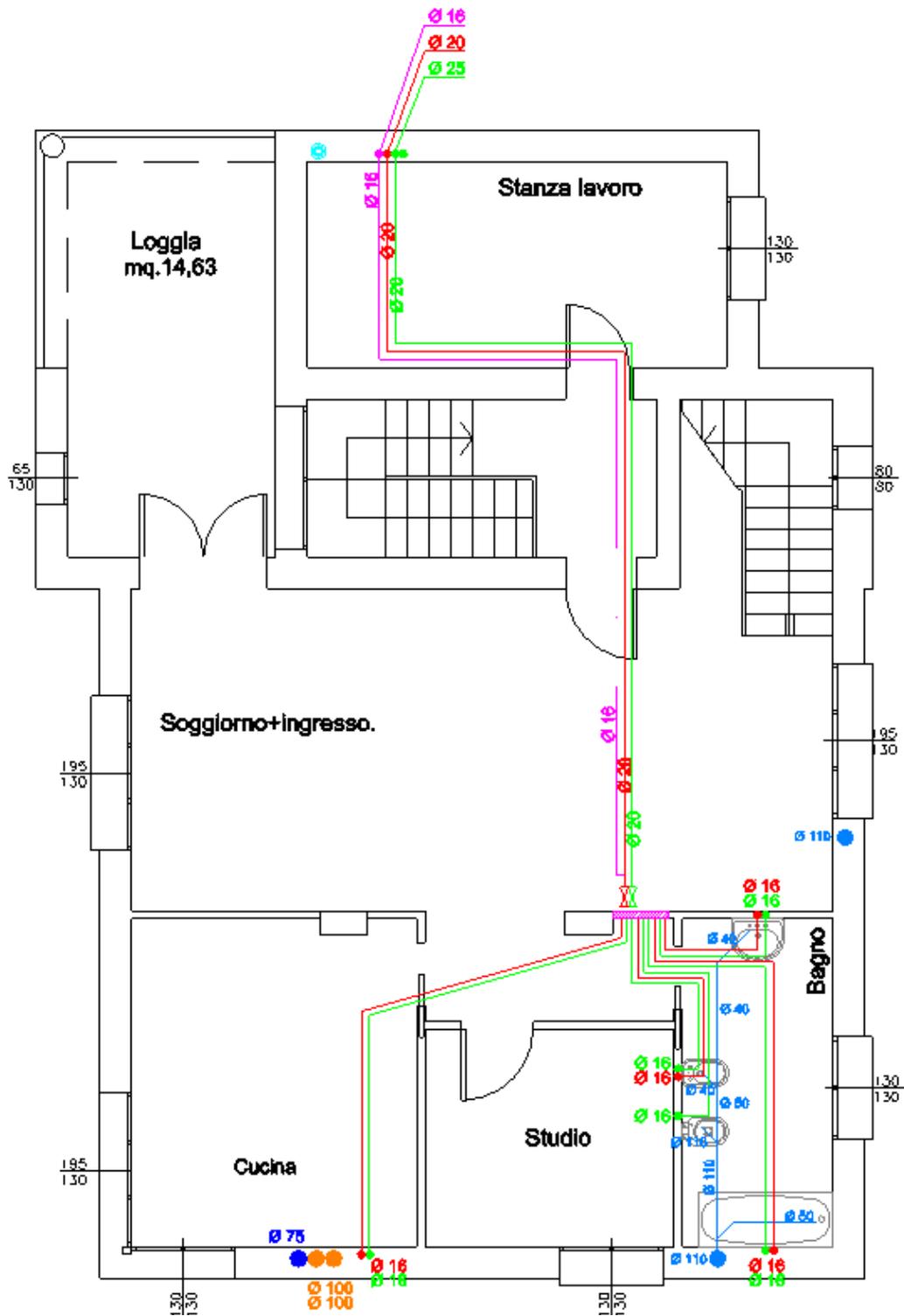
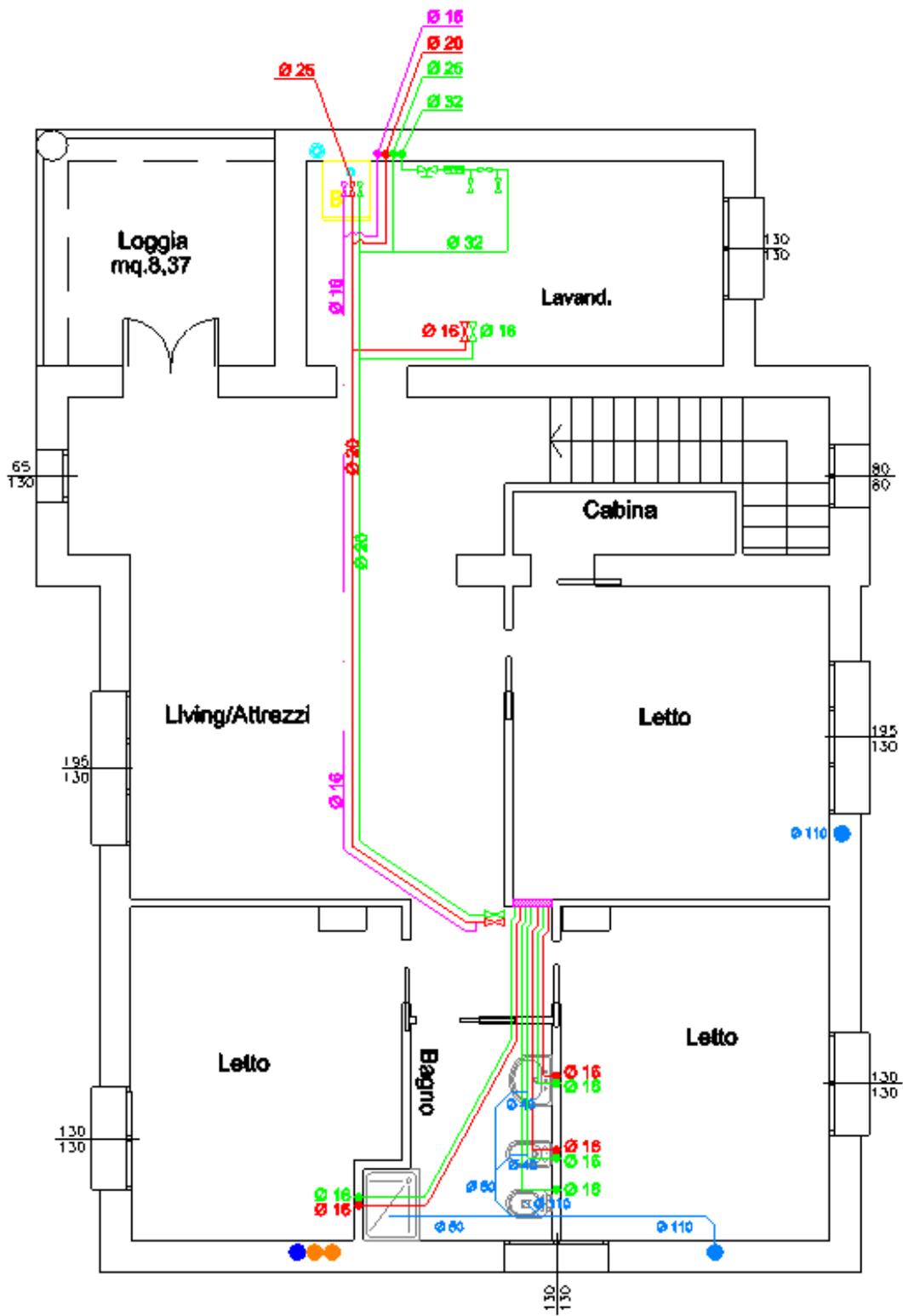
Sommando tutti i punteggi ottenuti nelle varie categorie, sebbene le altre aree

siano state valutate in modo sommario, non si ottiene nemmeno il livello base (40 punti) contro la classe B della certificazione energetica secondo la normativa nazionale. Questo mette ancora più in risalto il carattere restrittivo di GBC e il suo approccio fortemente sostenibile.

6. Allegati

Allegato 1: Piante dell'appartamento oggetto di studio

- Piano Primo

- Piano Secondo

Impianto di idrico sanitario

– Piano Primo

- Piano Secondo

LEGENDA	
	Rubinetti di intercettazione impianto idrico sanitario (acqua calda, fredda e ricircolo)
	Rubinetti di intercettazione generale impianto idrico sanitario
FILTRO	Filtro autopulente di tipo manuale
	Predisposizione futura installazione di addolcitore
	Collettore sanitario
	Colonna di scarico acqua bianche Ø75
	Colonna di scarico acqua nere Ø110
	Tubazioni di scarico acque nere
	Esalazione fumi vapori cappa cucina Ø 100
	Tubazioni interrate in PE AD PN 10
	Tubazioni in multistrato per acqua fredda sanitaria complete di coibentazione come da normative vigenti
	Tubazioni in multistrato per acqua calda sanitaria complete di coibentazione come da normative vigenti
	Tubazioni in multistrato per ricircolo complete di coibentazione come da normative vigenti

Impianto di riscaldamento a pannelli radianti.

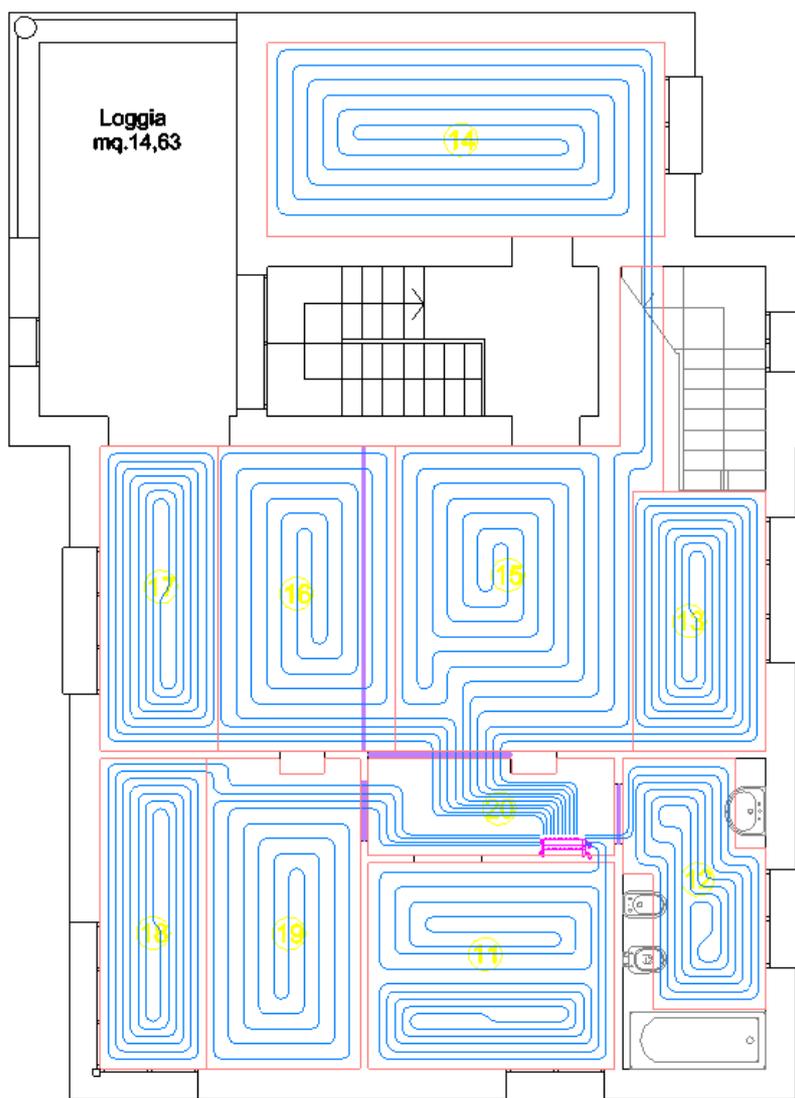
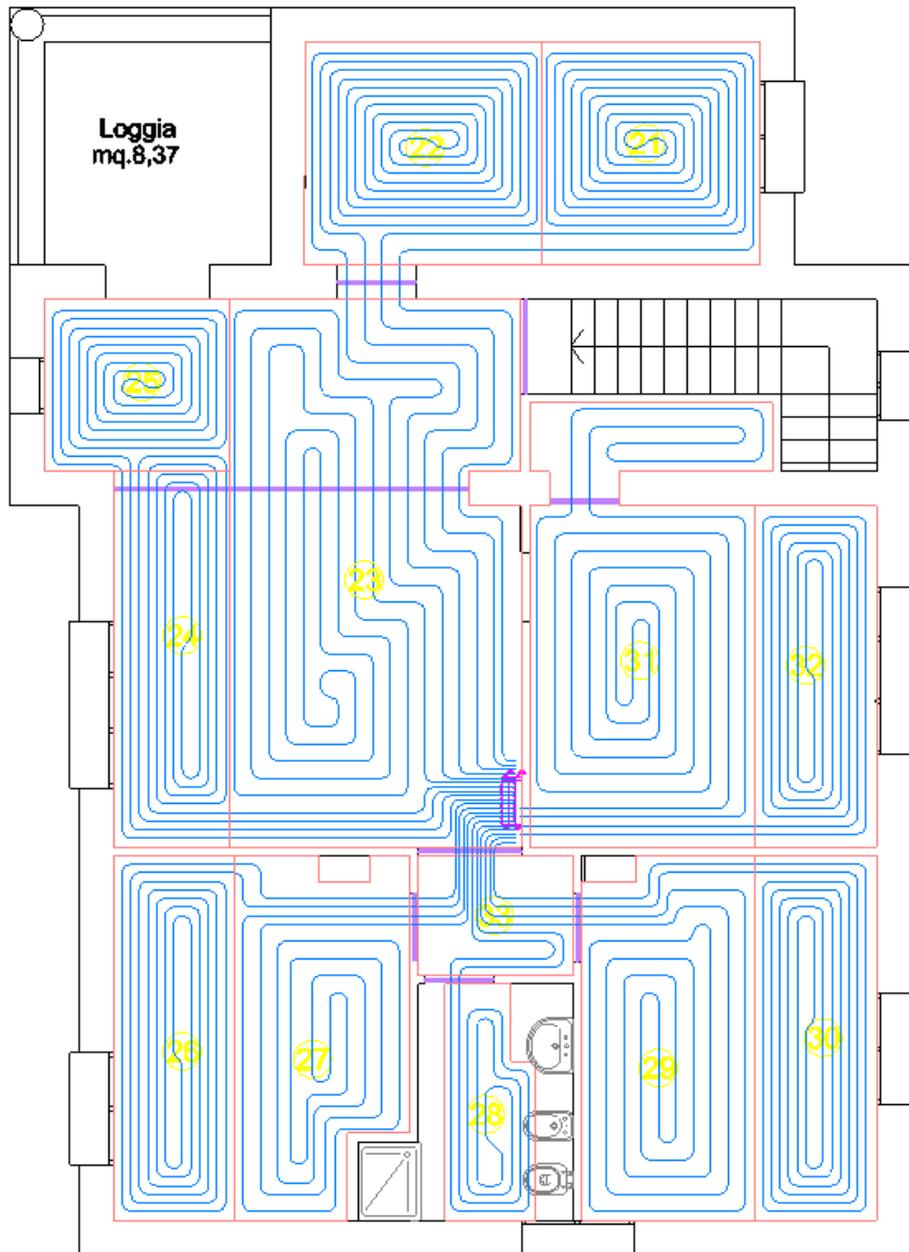
- Piano Primo

- Piano Secondo

Allegato 2: Particolari fotografici

Illustrazione 2: Particolare dell'impianto di riscaldamento a pannelli radianti.

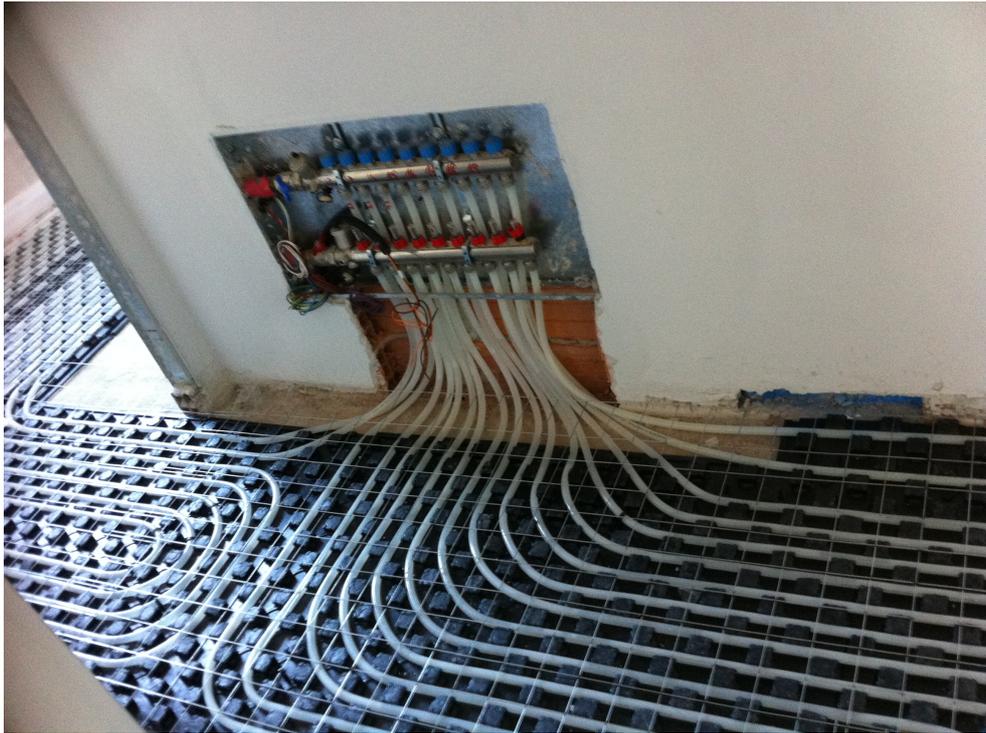



Illustrazione 3: Particolare del collettore dell'impianto di riscaldamento.

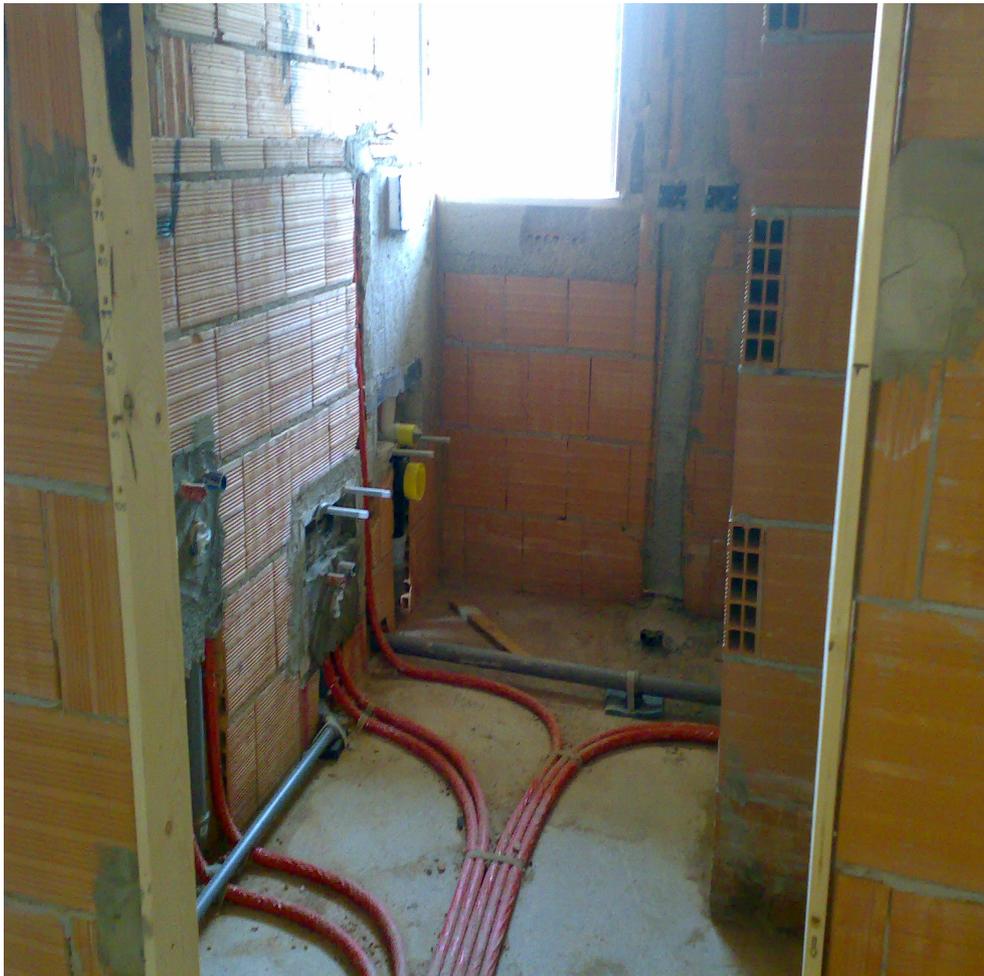



Illustrazione 4: Particolare dell'impianto idrico sanitario (bagno ps).

Illustrazione 5: Attacco della caldaia Hercules solar 200.

Illustrazione 6: Pannelli fotovaoltaici e solare termico.

Allegato 3: Calcolo delle dispersioni invernali

Comune	MODENA
Indirizzo	
Committente	
Progettista	
Revisione	

RIEPILOGO PER AMBIENTI

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITÀ DI MISURA
TRASMITTANZA	**U**	[W/(m²·K)]
TRASMITTANZA LINEICA	**U-Lin**	[W/(m·K)]
LUNGHEZZA DEL PONTE TERMICO	**Lungh.**	[m]
SUPERFICIE NETTA DELLA FRONTIERA	**Sup.**	[m²]
INCREMENTO DI SICUREZZA	**Inc.**	[%]
DIFFERENZA DI TEMPERATURA	**ΔT**	[°C]
DISPERSIONI TERMICHE	**Disp.**	[W]

Ambiente: (A-U1)- 1 - Salone Unità Immobiliare: Casa

Esposizione	S-SO		Incr. [%]	5		Sup. L. [m²]			11,1
Tipo	Descrizione	N°	U	Sup.	U-Lin	Lungh.	Inc.	ΔT	Disp.
Struttura princ	Pareti Esterne intonacate	1	0,232	7,98	0	0	0	25	48,6
Finestra	Finestra 195*130 pp	1	1,824	2,54	0	0	0	25	121,4
Cassonetto	Cassonetto - Cassonetto isolato	1	1	0,58	0	0	0	25	15,4
Ponte termico	W17 - Serramento (filo interno)-Parete esterna (isol. i	1	0	0	0,4	7,1	0	25	74,6
Ponte termico	IW5 - Parete interna-Parete esterna (isol. intermedio c	1	0	0	0,05	2,73	0	25	3,6
Ponte termico	C2 - 2 Pareti esterne (spigolo esterno, isolante parte	1	0	0	0,05	2,73	0	25	3,6

Esposizione	O-NO		Incr. [%]	10		Sup. L. [m²]			2,29
Tipo	Descrizione	N°	U	Sup.	U-Lin	Lungh.	Inc.	ΔT	Disp.
Struttura princ	Pareti Esterne intonacate	1	0,232	2,29	0	0	0	25	14,7
Ponte termico	C2 - 2 Pareti esterne (spigolo esterno, isolante parte	1	0	0	0,05	2,73	0	25	3,8

Esposizione	N-NE		Incr. [%]	20		Sup. L. [m²]			17,38
Tipo	Descrizione	N°	U	Sup.	U-Lin	Lungh.	Inc.	ΔT	Disp.
Struttura princ	Pareti Esterne intonacate	1	0,232	13,62	0	0	0	25	94,8
Finestra	Finestra vetrata	1	1,84	0,64	0	0	0	25	35,3
Finestra	Finestra 195*130 pp	1	1,824	2,54	0	0	0	25	138,7
Cassonetto	Cassonetto - Cassonetto isolato	1	1	0,58	0	0	0	25	17,6
Ponte termico	W02 - Serramento (filo esterno)-Parete esterna (isol. i	1	0	0	1	3,2	0	25	96
Ponte termico	W17 - Serramento (filo interno)-Parete esterna (isol. i	1	0	0	0,4	7,1	0	25	85,2
Ponte termico	C2 - 2 Pareti esterne (spigolo esterno, isolante parte	1	0	0	0,05	2,73	0	25	4,1
Ponte termico	IW5 - Parete interna-Parete esterna (isol. intermedio c	1	0	0	0,05	2,73	0	25	4,1

Esposizione	Verso vano scala		Incr. [%]	0		Sup. L. [m²]			27,51
Tipo	Descrizione	N°	U	Sup.	U-Lin	Lungh.	Inc.	ΔT	Disp.
Struttura princ	Parete vano scala	1	0,247	26,04	0	0	0	10	64,4
Porta	Porta d'Ingresso	1	0,301	1,47	0	0	0	10	4,4
Ponte termico	C2 - 2 Pareti esterne (spigolo esterno, isolante parte	1	0	0	0,05	8,19	0	10	4,1
Ponte termico	C6 - 2 Pareti esterne (spigolo interno, isolante parte	1	0	0	-0,05	5,46	0	10	-2,7

Volume [m³]	Infiltrazione [Vol/h]	Portata d'aria [m³/h]	ΔT [°C]	Dispersione [W]
120,03	0,50	60	25	497,4
			Incremento per intermittenza () [W]:	
			Dispersioni [W]:	1328,9
			Apporto della ventilazione [W]:	0
			TOTALE [W]:	1328,9

Ambiente: (A-U1)- 2 - Cucina Unità Immobiliare: Casa

Esposizione	E-SE			Incr. [%]	15		Sup. L. [m²]		9,42
Tipo	**Descrizione**	**N°**	**U**	**Sup.**	**U-Lin**	**Lungh.**	**Inc.**	**ΔT**	**Disp.**
Struttura princ	Pareti Esterne intonacate	1	0,232	7,7	0	0	0	25	51,4
Finestra	Finestra 100*130 pp	1	1,884	1,42	0	0	0	25	77
Cassonetto	Cassonetto - Cassonetto isolato	1	1	0,3	0	0	0	25	8,6
Ponte termico	W17 - Serramento (filo interno)-Parete esterna (isol. i	1	0	0	0,4	5,35	0	25	61,5
Ponte termico	C2 - 2 Pareti esterne (spigolo esterno, isolante parte	1	0	0	0,05	2,73	0	25	3,9
Ponte termico	IW5 - Parete interna-Parete esterna (isol. intermedio c	1	0	0	0,05	2,73	0	25	3,9

Esposizione	S-SO			Incr. [%]	5		Sup. L. [m²]		11,37
Tipo	**Descrizione**	**N°**	**U**	**Sup.**	**U-Lin**	**Lungh.**	**Inc.**	**ΔT**	**Disp.**
Struttura princ	Pareti Esterne intonacate	1	0,232	8,63	0	0	0	25	52,6
Finestra	Finestra 160*130 pp	1	1,786	2,26	0	0	0	25	105,7
Cassonetto	Cassonetto - Cassonetto isolato	1	1	0,48	0	0	0	25	12,6
Ponte termico	W17 - Serramento (filo interno)-Parete esterna (isol. i	1	0	0	0,4	6,62	0	25	69,5
Ponte termico	C2 - 2 Pareti esterne (spigolo esterno, isolante parte	1	0	0	0,05	2,73	0	25	3,6
Ponte termico	IW5 - Parete interna-Parete esterna (isol. intermedio c	1	0	0	0,05	2,73	0	25	3,6

Volume [m³]	Infiltrazione [Vol/h]	Portata d'aria [m³/h]	ΔT [°C]	Dispersione [W]
39,22	0,50	20	25	162,5
			Incremento per intermittenza () [W]:	
			Dispersioni [W]:	**616,5**
			Apporto della ventilazione [W]:	**0**
			TOTALE [W]:	**616,5**

Ambiente: (A-U1)- 3 - Ufficio Unità Immobiliare: Casa

Esposizione	E-SE			Incr. [%]	15		Sup. L. [m²]		8,56
Tipo	**Descrizione**	**N°**	**U**	**Sup.**	**U-Lin**	**Lungh.**	**Inc.**	**ΔT**	**Disp.**
Struttura princ	Pareti Esterne intonacate	1	0,232	6,48	0	0	0	25	43,2
Finestra	Finestra 130*130 pp	1	1,824	1,69	0	0	0	25	88,6
Cassonetto	Cassonetto - Cassonetto isolato	1	1	0,39	0	0	0	25	11,2
Ponte termico	W17 - Serramento (filo interno)-Parete esterna (isol. i	1	0	0	0,4	5,8	0	25	66,7
Ponte termico	IW5 - Parete interna-Parete esterna (isol. intermedio c	1	0	0	0,05	5,46	0	25	7,8

Volume [m³]	Infiltrazione [Vol/h]	Portata d'aria [m³/h]	ΔT [°C]	Dispersione [W]
22,7	0,50	10	25	94
			Incremento per intermittenza () [W]:	
			Dispersioni [W]:	**311,7**
			Apporto della ventilazione [W]:	**0**
			TOTALE [W]:	**311,7**

Ambiente: (A-U1)- 4 - WC	Unità Immobiliare: Casa								
Esposizione	E-SE			**Incr. [%]**	15		**Sup. L. [m²]**		5
Tipo	**Descrizione**	**N°**	**U**	**Sup.**	**U-Lin**	**Lungh.**	**Inc.**	**ΔT**	**Disp.**
Struttura princ	Pareti Esterne intonacate	1	0,232	5	0	0	0	25	33,3
Ponte termico	C2 - 2 Pareti esterne (spigolo esterno, isolante parte	1	0	0	0,05	2,73	0	25	3,9
Ponte termico	IW5 - Parete interna-Parete esterna (isol. intermedio c	1	0	0	0,05	2,73	0	25	3,9

Esposizione	N-NE			**Incr. [%]**	20		**Sup. L. [m²]**		11,37
Tipo	**Descrizione**	**N°**	**U**	**Sup.**	**U-Lin**	**Lungh.**	**Inc.**	**ΔT**	**Disp.**
Struttura princ	Pareti Esterne intonacate	1	0,232	9,29	0	0	0	25	64,7
Finestra	Finestra 130*130 pp	1	1,824	1,69	0	0	0	25	92,5
Cassonetto	Cassonetto - Cassonetto isolato	1	1	0,39	0	0	0	25	11,7
Ponte termico	W17 - Serramento (filo interno)-Parete esterna (isol. i	1	0	0	0,4	5,8	0	25	69,6
Ponte termico	C2 - 2 Pareti esterne (spigolo esterno, isolante parte	1	0	0	0,05	2,73	0	25	4,1
Ponte termico	IW5 - Parete interna-Parete esterna (isol. intermedio c	1	0	0	0,05	2,73	0	25	4,1

Volume [m³]	**Infiltrazione [Vol/h]**	**Portata d'aria [m³/h]**	**ΔT [°C]**	**Dispersione [W]**
20,8	0,50	10	25	86,2
			Incremento per intermittenza () [W]:	
			Dispersioni [W]:	**374**
			Apporto della ventilazione [W]:	**0**
			TOTALE [W]:	**374**

Ambiente: (A-U1)- 5 - Lavanderia   Unità Immobiliare: Casa

Esposizione	S-SO			Incr. [%]	5		Sup. L. [m²]		9,2
Tipo	**Descrizione**	**N°**	**U**	**Sup.**	**U-Lin**	**Lungh.**	**Inc.**	**ΔT**	**Disp.**
Struttura princ	Pareti Esterne intonacate	1	0,232	9,2	0	0	0	25	56,1
Ponte termico	C2 - 2 Pareti esterne (spigolo esterno, isolante parte	1	0	0	0,05	6,8	0	25	8,9

Esposizione	O-NO			Incr. [%]	10		Sup. L. [m²]		17,21
Tipo	**Descrizione**	**N°**	**U**	**Sup.**	**U-Lin**	**Lungh.**	**Inc.**	**ΔT**	**Disp.**
Struttura princ	Pareti Esterne intonacate	1	0,232	17,21	0	0	0	25	109,9
Ponte termico	C2 - 2 Pareti esterne (spigolo esterno, isolante parte	1	0	0	0,05	6,8	0	25	9,4

Esposizione	N-NE			Incr. [%]	20		Sup. L. [m²]		9,48
Tipo	**Descrizione**	**N°**	**U**	**Sup.**	**U-Lin**	**Lungh.**	**Inc.**	**ΔT**	**Disp.**
Struttura princ	Pareti Esterne intonacate	1	0,232	7,4	0	0	0	25	51,6
Finestra	Finestra 130*130 ps dx	1	1,824	1,69	0	0	0	25	92,5
Cassonetto	Cassonetto - Cassonetto isolato	1	1	0,39	0	0	0	25	11,7
Ponte termico	W17 - Serramento (filo interno)-Parete esterna (isol. i	1	0	0	0,4	5,8	0	25	69,6
Ponte termico	C2 - 2 Pareti esterne (spigolo esterno, isolante parte	1	0	0	0,05	6,8	0	25	10,2

Esposizione	Vs esterno			Incr. [%]	0		Sup. L. [m²]		13,8
Tipo	**Descrizione**	**N°**	**U**	**Sup.**	**U-Lin**	**Lungh.**	**Inc.**	**ΔT**	**Disp.**
Struttura princ	Tetto	1	0,246	13,8	0	0	0	25	85
Ponte termico	IW6 - Parete interna-Soffitto esterno (isol. esterno)	1	0	0	0,05	4,81	0	25	6
Ponte termico	R02 - Solaio esterno (isol. esterno)-Parete esterna (is	1	0	0	0,75	10,86	0	25	203,6

Volume [m³]	Infiltrazione [Vol/h]	Portata d'aria [m³/h]	ΔT [°C]	Dispersione [W]
46,91	0,50	25	25	194,4
			Incremento per intermittenza () [W]:	
			Dispersioni [W]:	**908,7**
			Apporto della ventilazione [W]:	**0**
			TOTALE [W]:	**908,7**

Ambiente: (A-U1)- 6 - Salone Unità Immobiliare: Casa

Esposizione	E-SE			Incr. [%]	15			Sup. L. [m²]	2,72
Tipo	Descrizione	N°	U	Sup.	U-Lin	Lungh.	Inc.	ΔT	Disp.
Struttura princ	Pareti Esterne intonacate	1	0,232	2,72	0	0	0	25	18,2
Ponte termico	C2 - 2 Pareti esterne (spigolo esterno, isolante parte	1	0	0	0,05	3,4	0	25	4,9
Ponte termico	C6 - 2 Pareti esterne (spigolo interno, isolante parte	1	0	0	-0,05	3,4	0	25	-4,9

Esposizione	S-SO			Incr. [%]	5			Sup. L. [m²]	22,13
Tipo	Descrizione	N°	U	Sup.	U-Lin	Lungh.	Inc.	ΔT	Disp.
Struttura princ	Pareti Esterne intonacate	1	0,232	17,97	0	0	0	25	109,5
Finestra	Finestra 65*130 ps	1	1,824	0,84	0	0	0	25	40,5
Finestra	Finestra 195*130 ps sx	1	1,824	2,54	0	0	0	25	121,4
Cassonetto	Cassonetto - Cassonetto isolato	2	1	0,78	0	0	0	25	20,5
Ponte termico	W17 - Serramento (filo interno)-Parete esterna (isol. i	1	0	0	0,4	11,6	0	25	121,8
Ponte termico	IW5 - Parete interna-Parete esterna (isol. intermedio c	1	0	0	0,05	3,4	0	25	4,5
Ponte termico	C2 - 2 Pareti esterne (spigolo esterno, isolante parte	1	0	0	0,05	10,2	0	25	13,4
Ponte termico	C6 - 2 Pareti esterne (spigolo interno, isolante parte	1	0	0	-0,05	6,8	0	25	-8,9

Esposizione	O-NO			Incr. [%]	10			Sup. L. [m²]	10,24
Tipo	Descrizione	N°	U	Sup.	U-Lin	Lungh.	Inc.	ΔT	Disp.
Struttura princ	Pareti Esterne intonacate	1	0,232	7,48	0	0	0	25	47,8
Finestra	Porta Fin 120*200	1	1,815	2,4	0	0	0	25	119,8
Cassonetto	Cassonetto - Cassonetto isolato	1	1	0,36	0	0	0	25	9,9
Ponte termico	W17 - Serramento (filo interno)-Parete esterna (isol. i	1	0	0	0,4	7	0	25	77
Ponte termico	C6 - 2 Pareti esterne (spigolo interno, isolante parte	1	0	0	-0,05	3,4	0	25	-4,7
Ponte termico	C2 - 2 Pareti esterne (spigolo esterno, isolante parte	1	0	0	0,05	3,4	0	25	4,7

Esposizione	Verso vano scala			Incr. [%]	0			Sup. L. [m²]	3,96
Tipo	Descrizione	N°	U	Sup.	U-Lin	Lungh.	Inc.	ΔT	Disp.
Struttura princ	Parete Interna	1	1,353	3,96	0	0	0	10	53,5
Ponte termico	C6 - 2 Pareti esterne (spigolo interno, isolante parte	1	0	0	-0,05	6,8	0	10	-3,4

Esposizione	Vs esterno			Incr. [%]	0			Sup. L. [m²]	36,81
Tipo	Descrizione	N°	U	Sup.	U-Lin	Lungh.	Inc.	ΔT	Disp.
Struttura princ	Tetto	1	0,246	36,81	0	0	0	25	226,7
Ponte termico	IW6 - Parete interna-Soffitto esterno (isol. esterno)	1	0	0	0,05	21,94	0	25	27,4
Ponte termico	R02 - Solaio esterno (isol. esterno)-Parete esterna (is	1	0	0	0,75	11,64	0	25	218,2

Volume [m³]	Infiltrazione [Vol/h]	Portata d'aria [m³/h]	ΔT [°C]	Dispersione [W]
125,17	0,50	65	25	518,7
			Incremento per intermittenza () [W]:	
			Dispersioni [W]:	1736,2
			Apporto della ventilazione [W]:	0
			TOTALE [W]:	1736,2

Ambiente: (A-U1)- 7 - Camera Unità Immobiliare: Casa

Esposizione	E-SE		Incr. [%]		15			Sup. L. [m²]	10,13
Tipo	Descrizione	N°	U	Sup.	U-Lin	Lungh.	Inc.	ΔT	Disp.
Struttura princ	Pareti Esterne intonacate	1	0,232	10,13	0	0	0	25	67,6
Ponte termico	C2 - 2 Pareti esterne (spigolo esterno, isolante parte	1	0	0	0,05	3,4	0	25	4,9
Ponte termico	IW5 - Parete interna-Parete esterna (isol. intermedio c	1	0	0	0,05	3,4	0	25	4,9

Esposizione	S-SO		Incr. [%]		5			Sup. L. [m²]	14,16
Tipo	Descrizione	N°	U	Sup.	U-Lin	Lungh.	Inc.	ΔT	Disp.
Struttura princ	Pareti Esterne intonacate	1	0,232	12,24	0	0	0	25	74,6
Finestra	Finestra 130*130 ps sx	1	1,824	1,53	0	0	0	25	73,2
Cassonetto	Cassonetto - Cassonetto isolato	1	1	0,39	0	0	0	25	10,2
Ponte termico	W17 - Serramento (filo interno)-Parete esterna (isol. i	1	0	0	0,4	5,6	0	25	58,8
Ponte termico	C2 - 2 Pareti esterne (spigolo esterno, isolante parte	1	0	0	0,05	3,4	0	25	4,5
Ponte termico	IW5 - Parete interna-Parete esterna (isol. intermedio c	1	0	0	0,05	3,4	0	25	4,5

Esposizione	Vs esterno		Incr. [%]		0			Sup. L. [m²]	13,73
Tipo	Descrizione	N°	U	Sup.	U-Lin	Lungh.	Inc.	ΔT	Disp.
Struttura princ	Tetto	1	0,246	13,73	0	0	0	25	84,6
Ponte termico	R02 - Solaio esterno (isol. esterno)-Parete esterna (is	1	0	0	0,75	7,24	0	25	135,8
Ponte termico	IW6 - Parete interna-Soffitto esterno (isol. esterno)	1	0	0	0,05	8,24	0	25	10,3

Volume [m³]	Infiltrazione [Vol/h]	Portata d'aria [m³/h]	ΔT [°C]	Dispersione [W]
46,7	0,50	25	25	193,5
			Incremento per intermittenza () [W]:	
			Dispersioni [W]:	**727,3**
			Apporto della ventilazione [W]:	**0**
			TOTALE [W]:	**727,3**

Ambiente: (A-U1)- 8 - WC Unità Immobiliare: Casa

Esposizione	E-SE		Incr. [%]		15			Sup. L. [m²]	7,78
Tipo	Descrizione	N°	U	Sup.	U-Lin	Lungh.	Inc.	ΔT	Disp.
Struttura princ	Pareti Esterne intonacate	1	0,232	6,58	0	0	0	25	43,9
Finestra	Finestra 75*130 ps	1	1,797	0,97	0	0	0	25	50,4
Cassonetto	Cassonetto - Cassonetto isolato	1	1	0,22	0	0	0	25	6,5
Ponte termico	W17 - Serramento (filo interno)-Parete esterna (isol. i	1	0	0	0,4	4,7	0	25	54
Ponte termico	IW5 - Parete interna-Parete esterna (isol. intermedio c	1	0	0	0,05	6,8	0	25	9,8

Esposizione	Vs esterno		Incr. [%]		0			Sup. L. [m²]	4,23
Tipo	Descrizione	N°	U	Sup.	U-Lin	Lungh.	Inc.	ΔT	Disp.
Struttura princ	Tetto	1	0,246	4,23	0	0	0	25	26
Ponte termico	R02 - Solaio esterno (isol. esterno)-Parete esterna (is	1	0	0	0,75	2,39	0	25	44,8
Ponte termico	IW6 - Parete interna-Soffitto esterno (isol. esterno)	1	0	0	0,05	7,49	0	25	9,4

Volume [m³]	Infiltrazione [Vol/h]	Portata d'aria [m³/h]	ΔT [°C]	Dispersione [W]
17,57	0,50	10	25	72,8
			Incremento per intermittenza () [W]:	
			Dispersioni [W]:	**317,5**
			Apporto della ventilazione [W]:	**0**
			TOTALE [W]:	**317,5**

Ambiente: (A-U1)- 9 - Camera Unità Immobiliare: Casa

Esposizione	E-SE			Incr. [%]	15		Sup. L. [m²]		10,71
Tipo	Descrizione	N°	U	Sup.	U-Lin	Lungh.	Inc.	ΔT	Disp.
Struttura princ	Pareti Esterne intonacate	1	0,232	9,99	0	0	0	25	66,7
Finestra	Finestra 45*130 ps	1	1,913	0,59	0	0	0	25	32,2
Cassonetto	Cassonetto - Cassonetto isolato	1	1	0,14	0	0	0	25	3,9
Ponte termico	W17 - Serramento (filo interno)-Parete esterna (isol. i	1	0	0	0,4	4,1	0	25	47,2
Ponte termico	C2 - 2 Pareti esterne (spigolo esterno, isolante parte	1	0	0	0,05	3,4	0	25	4,9
Ponte termico	IW5 - Parete interna-Parete esterna (isol. intermedio c	1	0	0	0,05	3,4	0	25	4,9

Esposizione	N-NE			Incr. [%]	20		Sup. L. [m²]		14,16
Tipo	Descrizione	N°	U	Sup.	U-Lin	Lungh.	Inc.	ΔT	Disp.
Struttura princ	Pareti Esterne intonacate	1	0,232	12,08	0	0	0	25	84,1
Finestra	Finestra 130*130 ps dx	1	1,824	1,69	0	0	0	25	92,5
Cassonetto	Cassonetto - Cassonetto isolato	1	1	0,39	0	0	0	25	11,7
Ponte termico	W17 - Serramento (filo interno)-Parete esterna (isol. i	1	0	0	0,4	5,8	0	25	69,6
Ponte termico	C2 - 2 Pareti esterne (spigolo esterno, isolante parte	1	0	0	0,05	3,4	0	25	5,1
Ponte termico	IW5 - Parete interna-Parete esterna (isol. intermedio c	1	0	0	0,05	3,4	0	25	5,1

Esposizione	Vs esterno			Incr. [%]	0		Sup. L. [m²]		13,12
Tipo	Descrizione	N°	U	Sup.	U-Lin	Lungh.	Inc.	ΔT	Disp.
Struttura princ	Tetto	1	0,246	13,12	0	0	0	25	80,8
Ponte termico	R02 - Solaio esterno (isol. esterno)-Parete esterna (is	1	0	0	0,75	7,42	0	25	139
Ponte termico	IW6 - Parete interna-Soffitto esterno (isol. esterno)	1	0	0	0,05	7,42	0	25	9,3

Volume [m³]	Infiltrazione [Vol/h]	Portata d'aria [m³/h]	ΔT [°C]	Dispersione [W]
44,61	0,50	20	25	184,9
			Incremento per intermittenza () [W]:	
			Dispersioni [W]:	**841,7**
			Apporto della ventilazione [W]:	**0**
			TOTALE [W]:	**841,7**

Ambiente: (A-U1)- 10 - Camera	Unità Immobiliare: Casa								
Esposizione	N-NE		**Incr. [%]**	20		**Sup. L. [m²]**			13,99
Tipo	**Descrizione**	**N°**	**U**	**Sup.**	**U-Lin**	**Lungh.**	**Inc.**	**ΔT**	**Disp.**
Struttura princ	Pareti Esterne intonacate	1	0,232	10,95	0	0	0	25	76,3
Finestra	Finestra 195*130 ps dx	1	1,829	2,47	0	0	0	25	135,5
Cassonetto	Cassonetto - Cassonetto isolato	1	1	0,57	0	0	0	25	17,1
Ponte termico	W17 - Serramento (filo interno)-Parete esterna (isol. i	1	0	0	0,4	7	0	25	84
Ponte termico	C2 - 2 Pareti esterne (spigolo esterno, isolante parte	1	0	0	0,05	3,4	0	25	5,1
Ponte termico	IW5 - Parete interna-Parete esterna (isol. intermedio c	1	0	0	0,05	3,4	0	25	5,1

Esposizione	Vs esterno		**Incr. [%]**	0		**Sup. L. [m²]**			19,09
Tipo	**Descrizione**	**N°**	**U**	**Sup.**	**U-Lin**	**Lungh.**	**Inc.**	**ΔT**	**Disp.**
Struttura princ	Tetto	1	0,246	19,09	0	0	0	25	117,5
Ponte termico	IW6 - Parete interna-Soffitto esterno (isol. esterno)	1	0	0	0,05	11,58	0	25	14,5
Ponte termico	R02 - Solaio esterno (isol. esterno)-Parete esterna (is	1	0	0	0,75	6,86	0	25	128,5

Volume [m³]	**Infiltrazione [Vol/h]**	**Portata d'aria [m³/h]**	**ΔT [°C]**	**Dispersione [W]**
64,9	0,50	30	25	268,9
			Incremento per intermittenza () [W]:	
			Dispersioni [W]:	**852,6**
			Apporto della ventilazione [W]:	**0**
			TOTALE [W]:	**852,6**

RIEPILOGO PER ZONE

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITÀ DI MISURA
VOLUME	**Vol.**	[m³]
TEMPERATURA BULBO SECCO	T_{bs}	[°C]
UMIDITÀ RELATIVA	**U.R.**	[%]
SUPERFICIE NETTA DELLA FRONTIERA	**Sup.**	[m²]
DISPERSIONI TERMICHE	**Disp.**	[W]
APPORTO DELLA VENTILAZIONE SENSIBILE	**Sens.**	[W]

Potenze delle zone

Zona		Aria interna		Aria trattata			Ventilazione				
	Vol.	T_{bs}	U.R.	T_{bs}	U.R.	Portata	Disp.	Sens.	Umid.	Appor.	Tot.
	[m³]	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[m³/h]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]
Alloggi-Casa	549	20,0	65		100		8.015				8.015
						Totali [W]:	**8.015**				**8.015**

Allegato 4: Legge 10

RELAZIONE TECNICA DI CUI ALL'ART. 28 DELLA LEGGE 9 GENNAIO '91, N. 10

Come prevista dall'allegato 4 della delibera di Assemblea legislativa della regione Emilia-Romagna n.156/2008, atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici
Aggiornata alla D.G.R. 1362/2010, modifica degli allegati di cui alla parte seconda della delibera di assemblea legislativa n. 156/2008

1. INFORMAZIONI GENERALI

Comune di
MODENA

Provincia
MODENA

Progetto per la realizzazione di

Sito in

Titolo abilitativo (D.I.A. o Permesso di Costruire) n.: del:

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria di cui all'articolo 3 del DPR 26 agosto 1993, n.412

	Unità immobiliare	Classificazione
	Casa	E.1 (1) - Abitazioni civili e rurali

Numero delle unità abitative 1

Committente(i)

Progettista(i) degli impianti termici e dell'isolamento termico dell'edificio

Direttore(i) lavori degli impianti termici e dell'isolamento termico dell'edificio

L'edificio (o il complesso di edifici) rientra tra quelli di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico ai sensi dell'Allegato 1 ed ai fini dell'articolo 5, comma 15, del DPR n. 412/93 e dell'articolo 5, comma 4, lettera c) della L.R. n. 26/04

2. FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO (O COMPLESSO DI EDIFICI)

Gli elementi tipologici forniti, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i seguenti :

Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali
Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione sistemi di protezione solare
Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari

3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR n. 412/93)	2258 [GG]
Temperatura minima invernale di progetto (dell'aria esterna secondo	-5 [°C]

norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti, o equivalenti)	
Temperatura massima estiva di progetto (dell'aria esterna secondo norma UNI 10349 e successivi aggiornamenti, o equivalenti)	32 [°C]
Umidità relativa dell'aria di progetto per la climatizzazione estiva, se presente (secondo la norma UNI 10339 e successivi aggiornamenti, o equivalenti)	45,97 [%]
Irradianza solare massima estiva su superficie orizzontale: valore medio giornaliero (secondo norma UNI 10349 e successivi aggiornamenti, o equivalenti)	289,35 [W/m²]

4. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI) E DELLE RELATIVE STRUTTURE

Unità immobiliari centralizzate	T.Int. Risc.	U.R.Int. Risc.	T.Int. Raff.(*)	U.R.Int. Raff.(*)	V. Lordo	S. Lorda	S/V	S.Utile
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[m³]	[m²]	[m^{-1}]	[m²]
Centrale: **CT**	20,00	65,00	26,00	50,00	836,82	462,87	0,55	175,99
Unità immobiliare**: Casa**					836,82	462,87	0,55	175,99

(*) Se presente

5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1 Descrizione impianto

5.1.a)Tipologia

Centrale: CT **Impianto:** Autonomo

Descrizione dell'impianto:

Sistemi di generazione

Sistemi di termoregolazione

Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica

Sistemi di distribuzione del vettore termico

Sistemi di ventilazione forzata (se presente): tipologie

Sistemi di accumulo termico (se presente): tipologie

Sistemi di produzione e di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

Centrale: CT **Impianto:** Produzione combinata riscaldamento + acqua calda sanitaria

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore per potenza installata maggiore o uguale a 350 kW	0.00 [Gradi francesi]

5.1.b) Specifiche dei generatori di energia termica

Caldaia Hercules solar 200

Tipo: Generatori di calore a gas a condensazione ****	
Fluido termovettore	
Valore nominale della potenza termica utile	26,00 [kW]
Combustibile utilizzato	Metano

(Nel caso di generatori che utilizzino più di un combustibile indicare il tipo e le percentuali di utilizzo dei singoli combustibili; nel caso di generatori alimentati con biomasse, indicarne la tipologia e provenienza fra quelle indicate in allegato X alla parte V del d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152)

NOTA - Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria, che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse dai generatori di calore convenzionali (quali, ad esempio, macchine frigorifere, pompe di calore, gruppi di cogenerazione di energia termica ed elettrica), le prestazioni delle macchine diverse dai generatori di calore sono fornite indicando le caratteristiche normalmente utilizzate per le specifiche apparecchiature, applicando, ove esistenti, le vigenti norme tecniche.

5.1.c) Specifiche relative ai sistemi di regolazione dell'impianto termico

Tipo di conduzione prevista	continua con attenuazione notturna	intermittente

Sistema di telegestione dell'impianto termico, se esistente

Sistema di termoregolazione in centrale termica (solo per impianti centralizzati)

Non prevista

Sistemi di termoregolazione delle singole zone o unità immobiliari

- Numero di apparecchi:

- Descrizione sintetica delle funzioni:

- Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore:

Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura nei singoli locali o nelle singole zone, ciascuna avente caratteristiche di uso ed esposizioni uniformi

- Numero di apparecchi:

- Descrizione sintetica dei dispositivi:

Dotazione sistemi BACS (se presenti)

5.1.d) Dispositivi per la contabilizzazione del calore nelle singole unità immobiliari

(solo per impianti centralizzati)

Numero di apparecchi

Descrizione sintetica del dispositivo

5.1.e) Terminali di erogazione dell'energia termica	
Numero di apparecchi (quando applicabile)	
Tipo	
Potenza termica nominale (quando applicabile)	
Potenza elettrica nominale (quando applicabile)	

5.1.f) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

Descrizione e caratteristiche principali

(indicare con quale norma è stato eseguito il dimensionamento)

5.1.g) Sistemi di trattamento dell'acqua

(tipo di trattamento)

5.1.h) Specifiche dell'isolamento termico delle rete di distribuzione

(tipologia, conduttività termica, spessore)

5.1.i)Specifiche della/e pompa/e di circolazione

(portata, prevalenza, assorbimenti elettrici, etc.)

6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

6.1 Dato termo fisici relativi all'involucro edilizio

6.1.a) Trasmittanza chiusure	Valore di progetto	Valore limite (Allegato 3 DAL 156/08)

6.1.b) Trasmittanza chiusure (U) degli elementi divisori tra alloggi o unità immobiliari confinanti	Valore di progetto	Valore limite (Allegato 3 DAL 156/08)
Trasmittanza termica delle pareti verticali di separazione	[W/m² K]	[W/m² K]
• Parete Interna	1,35	0,8
Trasmittanza termica dei solai di separazione	[W/m² K]	[W/m² K]
• Solaio interpiano	0,32	0,8

6.1.c) Attenuazione dei ponti termici *(provvedimenti e calcoli)*

6.1.e) Comportamento termico in regime estivo	Valore di progetto	Valore limite (Allegato 3 DAL 156/08)

Indice di prestazione energetica dell'involucro edilizio per il raffrescamento ($EP_{e,inv}$)	18,68 [kWh/m² anno]	30 [kWh/m² anno]
Centrale: **CT**		

6.2 Serramenti esterni e schermature

Caratteristiche

Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni

Valutazione dell'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate:

- Descrizione degli elementi schermanti
- Percentuale superfici trasparenti schermate

Caratteristiche del fattore solare (g) del vetro dei componenti finestrati dell'involucro edilizio.

Confronto e verifica con i valori limite riportati dalla DAL 156/08 (*se applicabile*)

6.3 Controllo della condensazione

Vedi allegati alla presente relazione

Centrale termica: CT / Unità immobiliare: Casa / Zona: Alloggi

6.4 Ventilazione

Numeri di ricambi d'aria (media nelle 24 ore) *(specificare per le diverse zone)*	0,3

6.5 Verifica dell'impianto termico

6.5.a) Rendimenti dei sottosistemi dell'impianto termico

Valore dei rendimenti medi stagionali di progetto	
Rendimento di produzione	104,00 [%]
Rendimento di regolazione	95,00 [%]
Rendimento di distribuzione	99,80 [%]
Rendimento di emissione	98,00 [%]

6.5.b) Rendimento globale medio stagionale

	Valore di progetto	Valore limite
Rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico	[%]	[%]
Centrale termica - CT	96,48	79,24

6.6) Indici di prestazione energetica

6.6.a) Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale

Valore di progetto EP_i	64,71 [kWh/m² anno]
Confronto con il valore limite riportato dalla DAL 156/08	64,82 [kWh/m² anno]
Fabbisogno di combustibile	902,39 [Nm³/anno] 0,00 [Kg/anno]
Fabbisogno di energia elettrica da rete	39,78 [kWhe]
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale (fonti rinnovabili)	[kWhe]
6.6.b) Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale	
Valore di progetto *(trasformazione del corrispondente dato calcolato al punto 6.6.a)*	21,70 [kJ/m³ GG]
6.6.c) Indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria (EP_{acs})	
Valore di progetto EP_{acs}	8,38 [kWh/m² anno]
Confronto con il valore limite riportato dalla DAL 156/08	9,11 [kWh/m² anno]
Fabbisogno di combustibile	147,16 [Nm³/anno] 0,00 [Kg/anno]
Fabbisogno di energia elettrica da rete	5,15 [kWhe]
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale (fonti rinnovabili)	[kWhe]

6.7) Impianti e sistemi per la produzione di energia da fonti rinnovabili e altri sistemi di generazione

6.7.a) Impianti a fonti rinnovabili per la produzione di acqua calda sanitaria (produzione di energia termica da FER)

Descrizione, caratteristiche tecniche e schemi funzionali

Energia termica utile per la produzione di ACS prodotta mediante FER	1.153,76 [kWh/anno]
Fabbisogno di energia primaria annuo per la produzione di ACS	1.473,98 [kWh/anno]
Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	46,30 [%]

6.7.b) Impianti a fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica (produzione di energia elettrica da FER)

Descrizione, caratteristiche tecniche e schemi funzionali

Potenza elettrica da FER installata (*se applicabile*)	[kW]
Energia elettrica prodotta mediante fonti rinnovabili	[kWh/anno]
Fabbisogno di energia elettrica dell’edificio (kWh)	[kWh/anno]
Percentuale di copertura del fabbisogno annuo	[%]

6.7.c) Altri sistemi di generazione dell’energia (unità o impianti di micro o piccola cogenerazione e/o collegamento ad impianti consortili e/o reti di teleriscaldamento)

Descrizione e caratteristiche tecniche di apparecchiature, sistemi e impianti di rilevante importanza funzionali

(Nel caso di impianti collegati a reti di riscaldamento riportare i rendimenti del generatore e della rete di teleriscaldamento forniti dal gestore)

Potenza termica installata e/o energia termica fornita	[kW] – [kW]
Potenza elettrica installata e/o energia elettrica fornita	[kW] – [kW]

6.7.d) Sistemi compensativi

Descrivere i sistemi compensativi adottati ai fini del soddisfacimento dei requisiti minimi di produzione di energia da FER (punti 6.7.a. e 6.7.b.) con riferimento al relativo atto deliberativo del Comune:

7. ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEREGHE A NORME FISSATE DALLA NORMATIVA VIGENTE

Nei casi in cui la normativa vigente consente di derogare ad obblighi generalmente validi in questa sezione vanno adeguatamente illustrati i motivi che giustificano la deroga nel caso specifico.

8. VALUTAZIONI SPECIFICHE PER L'UTILIZZO DELLE FONTI DI ENERGIA RINNOVABILE

Indicare le tecnologie che, in sede di progetto, sono state valutate ai fini del soddisfacimento del fabbisogno energetico mediante ricorso a fonti rinnovabili di energia o assimilate, e giustificare le scelte effettuate (punti

6.7.a. e 6.7.b.) in relazione a:

- caratteristiche e potenzialità del sito
- limiti connessi alla tipologia edilizio-insediativa
- dimensionamento ottimale
- altro

9. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA (elenco indicativo)

N. piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali.

N. prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione di eventuali sistemi di protezione solare (completi di documentazione relativa alla marcatura CE).

N. elaborati grafici inerenti l'uso di maschere di ombreggiamento per il controllo progettuale dei sistemi di schermatura e/o ombreggiamento.

N. elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari.

N. schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analoga voce del paragrafo "Dati relativi agli impianti".

N. tabelle ed elaborati con indicazione delle caratteristiche termiche, termoigrometriche dei componenti opachi dell'involucro edilizio.

N. tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e loro permeabilità all'aria compreso le caratteristiche di trasmettere calore verso gli ambienti interni (fattore solare)

N. elaborati atti a documentare e descrivere la ventilazione incrociata dell'unità immobiliare, i sistemi di captazione dell'aria, i sistemi di camini di ventilazione o altre soluzioni progettuali e/o tecnologiche.

Altra eventuale documentazione necessaria a dimostrare il soddisfacimento dei livelli di prestazione richiesti dai requisiti minimi.

10. DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto iscritto a (essendo a conoscenza delle sanzioni previste dalla normativa nazionale e regionale dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nella Delibera di Assemblea Legislativa n. 156/08 e s.m.i.

b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

c) il Soggetto Certificatore incaricato ai sensi della DAL 156/08 e s.m.i. è:

n. accreditamento:

Data **Firma**

Allegati

1. Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle **strutture opache verticali** dell'involucro edilizio.
2. Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle **strutture opache orizzontali** dell'involucro edilizio.
3. Trasmittanza termica delle degli **elementi divisori** tra unità immobiliari
4. Caratteristiche termiche dei **componenti finestrati** dell'involucro edilizio.
5. Verifica **termo-igrometrica dei componenti** opachi dell'involucro edilizio

1) Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle strutture opache verticali

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO
Spessore strato	**s**
Conduttività termica del materiale	λ
Conduttanza unitaria	**C**
Massa volumica	ρ
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 0-50%	$\delta_a 10^{-12}$
Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 50-95%	$\delta_u 10^{-12}$
Resistenza termica dei singoli strati	**R**
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete interna e parete esterna	U_{IW}
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pilastro	U_P
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e solaio/balcone	U_B
Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pavimento	U_F
Inverso delle conduttanze unitarie superficiali	**(*)**
Inverso della resistenza termica totale	**(**)**
Tenendo conto di eventuali incrementi di sicurezza o di strutture speciali	**(***)**

Stru4 – Pareti Esterne intonacate

Spessore totale [cm]:	50,00	Massa superficiale [kg/m²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	0,23	Tot. [(m²·K)/W]:	4,31
Tot. adottata (***) [W/(m²·K)]:	0,23	Tot. adottata [(m²·K)/W]:	4,31

Cod.	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	$\delta_a 10^{-12}$	$\delta_u 10^{-12}$	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m°C]	[W/m²°C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²°C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	1,00	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,01
2927	Mattone forato 1.1.19 80	8,00		5,00	775,00	21,44	23,59	0,20
1700	Isolante15	10,00	0,034		30,00	0,04	0,04	2,94
2920	Blocco forato 1.1.13/1 250	30,00	0,308		800,00	21,44	23,59	0,97
8	Malta di calce o calce cemento	1,00	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,01

Stru5 – Parete vano scala

Spessore totale [cm]:	37,00	Massa superficiale [kg/m²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:	7,69	Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	0,13
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	0,25	Tot. [(m²·K)/W]:	4,04
Tot. adottata (***) [W/(m²·K)]:	0,25	Tot. adottata [(m²·K)/W]:	4,04

Cod.	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	$\delta_a 10^{-12}$	$\delta_u 10^{-12}$	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m°C]	[W/m²°C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²°C/W]
7	Intonaco di calce e gesso	1,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,01
1700	Isolante15	10,00	0,034		30,00	0,04	0,04	2,94
2920	Blocco forato 1.1.13/1 250	25,00	0,308		800,00	21,44	23,59	0,81
7	Intonaco di calce e gesso	1,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,01

2) Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale strutture opache orizzontali dell'involucro edilizio

Stru3 – Tetto			
Spessore totale [cm]:	36,10	Massa superficiale [kg/m²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	0,25	Tot. [(m²·K)/W]:	4,06
Tot. adottata (***) [W/(m²·K)]:	0,25	Tot. adottata [(m²·K)/W]:	4,06

Cod.	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	$\delta_a 10^{-12}$	$\delta_u 10^{-12}$	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m°C]	[W/m²°C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²°C/W]
7	Intonaco di calce e gesso	1,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,01
2301	Soletta in laterizio	20,00	0,500		1.450,00	27,57	30,33	0,40
284	Polietilene in fogli	0,10	0,350		950,00	0,00	0,00	0,00
175	Polistirene estruso con pelle	12,50	0,036		30,00	1,07	1,18	3,47
278	Cartone bitumato da tetto	0,50	0,230		1.200,00	0,01	0,01	0,02
2702	Tegola	2,00	2,100		2.700,00	0,02	0,02	0,01

3) Trasmittanza termica degli elementi divisori tra unità immobiliari

Stru1 – Solaio interpiano

Spessore totale [cm]:	48,00	Massa superficiale [kg/m²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:	10,00	Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	0,10
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	0,27	Tot. [(m²·K)/W]:	3,65
Tot. adottata (***) [W/(m²·K)]:	0,27	Tot. adottata [(m²·K)/W]:	3,65

Cod.	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	$\delta_a 10^{-12}$	$\delta_u 10^{-12}$	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m°C]	[W/m²°C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²°C/W]
7	Intonaco di calce e gesso	1,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,01
2301	Soletta in laterizio	28,00	0,500		1.450,00	27,57	30,33	0,56
175	Polistirene estruso con pelle	10,00	0,036		30,00	1,07	1,18	2,78
1201	Sottofondo in cls magro	8,00	0,930		2.200,00	2,76	3,03	0,09
2403	Piastrelle in ceramica	1,00	1,163		2.300,00	0,97	1,06	0,01

Confronto con i valori limite di cui all' Allegato C al D.Lgs. n. 311/06

La struttura divisoria è del tipo	**Orizzontale/Inclinata**	
Trasmittanza termica U	**0,274**	[W/(m²·K)]

Stru2 – Parete Interna

Spessore totale [cm]:	10,00	Massa superficiale [kg/m²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:	7,69	Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	0,13
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	1,35	Tot. [(m²·K)/W]:	0,74
Tot. adottata (***) [W/(m²·K)]:	1,35	Tot. adottata [(m²·K)/W]:	0,74

Cod.	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	$\delta_a 10^{-12}$	$\delta_u 10^{-12}$	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m°C]	[W/m²°C]	[kg/m³]	[kg/msPa]	[kg/msPa]	[m²°C/W]
7	Intonaco di calce e gesso	1,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,01
2930	Mattone forato 1.1.22 150	8,00		2,22	760,00	21,44	23,59	0,45
7	Intonaco di calce e gesso	1,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,01

Stru7 – Parete Interna ps

Spessore totale [cm]:	34,00	Massa superficiale [kg/m²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:	7,69	Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	0,13
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	0,75	Tot. [(m²·K)/W]:	1,33
Tot. adottata (***) [W/(m²·K)]:	0,75	Tot. adottata [(m²·K)/W]:	1,33

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [cm]	λ [W/m°C]	C [W/m²°C]	ρ [kg/m³]	$\delta_a 10^{-12}$ [kg/msPa]	$\delta_u 10^{-12}$ [kg/msPa]	R [m²°C/W]
7	Intonaco di calce e gesso	1,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,01
2920	Blocco forato 1.1.13/1 250	32,00	0,308		800,00	21,44	23,59	1,04
7	Intonaco di calce e gesso	1,00	0,700		1.400,00	19,30	21,23	0,01

Stru6 – Porta

Spessore totale [cm]:	9,50	Massa superficiale [kg/m²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:	7,69	Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	0,13
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	0,30	Tot. [(m²·K)/W]:	3,32
Tot. adottata (***) [W/(m²·K)]:	0,30	Tot. adottata [(m²·K)/W]:	3,32

Cod.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [cm]	λ [W/m°C]	C [W/m²°C]	ρ [kg/m³]	$\delta_a 10^{-12}$ [kg/msPa]	$\delta_u 10^{-12}$ [kg/msPa]	R [m²°C/W]
1800	Pannello di fibra legno extrad	1,00	0,140		800,00	3,86	4,25	0,07
301	Acciaio inossidabile	0,25	17,000		8.000,00	0,00	0,00	0,00
180	Poliuretano esp. in fabbrica	7,00	0,024		40,00	2,41	2,65	2,92
301	Acciaio inossidabile	0,25	17,000		8.000,00	0,00	0,00	0,00
1800	Pannello di fibra legno extrad	1,00	0,140		800,00	3,86	4,25	0,07

Confronto con i valori limite di cui all' Allegato C al D.Lgs. n. 311/06

La struttura divisoria è del tipo	**Verticale**	
Trasmittanza termica U	**0,301**	[W/(m²·K)]

4) Caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio

DEFINIZIONE	SIMBOLO
Area del vetro	**Ag**
Area del telaio	**Af**
Lunghezza della superficie vetrata	**Lg**
Trasmittanza termica dell'elemento vetrato	**Ug**
Trasmittanza termica del telaio	**Uf**
Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)	**Ul**
Trasmittanza termica totale del serramento	**Uw**
Inverso delle conduttanze unitarie superficiali	**(*)**
Inverso della resistenza termica totale	**(**)**

W0 - Porta Fin 140*230 pp

CONDUTTANZA UNITARIA		**RESISTENZA UNITARIA**	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:		Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:		Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	
TRASMITTANZA		**RESISTENZA TERMICA**	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	1,77	Tot. [(m²·K)/W]:	0,56

TIPOLOGIA	**Ag**	**Af**	**Lg**	**Ug**	**Uf**	**Ul**	**Uw**
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	2,31	0,91	10,72	1,50	2,00	0,04	1,77

W1 - Finestra 195*130 pp

CONDUTTANZA UNITARIA		**RESISTENZA UNITARIA**	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:		Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:		Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	
TRASMITTANZA		**RESISTENZA TERMICA**	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	1,82	Tot. [(m²·K)/W]:	0,55

TIPOLOGIA	**Ag**	**Af**	**Lg**	**Ug**	**Uf**	**Ul**	**Uw**
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,68	0,86	9,78	1,50	2,00	0,04	1,82

W2 – Finestra 160*130 pp

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:		Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:		Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	
TRASMITTANZA		**RESISTENZA TERMICA**	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	1,79	Tot. [(m²·K)/W]:	0,56

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	Ul	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,46	0,62	7,12	1,50	2,00	0,04	1,79

W3 – Finestra 130*130 pp

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:		Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:		Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	
TRASMITTANZA		**RESISTENZA TERMICA**	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	1,82	Tot. [(m²·K)/W]:	0,55

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	Ul	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,12	0,57	6,52	1,50	2,00	0,04	1,82

W4 – Finestra 100*130 pp

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:		Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:		Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	
TRASMITTANZA		**RESISTENZA TERMICA**	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	1,88	Tot. [(m²·K)/W]:	0,53

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	Ul	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	0,78	0,52	5,92	1,50	2,00	0,04	1,88

W5 – Finestra 130*130 ps sx			
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:		Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:		Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	1,82	Tot. [(m²·K)/W]:	0,55

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	Ul	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,12	0,57	6,52	1,50	2,00	0,04	1,82

W6 – Finestra 195*130 ps sx			
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:		Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:		Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	1,82	Tot. [(m²·K)/W]:	0,55

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	Ul	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,68	0,86	9,78	1,50	2,00	0,04	1,82

W7 – Finestra 65*130 ps			
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:		Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:		Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	1,82	Tot. [(m²·K)/W]:	0,55

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	Ul	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	0,56	0,29	3,26	1,50	2,00	0,04	1,82

W9 – Finestra 130*130 ps dx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:		Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:		Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	
TRASMITTANZA		**RESISTENZA TERMICA**	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	1,82	Tot. [(m²·K)/W]:	0,55

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	Ul	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,12	0,57	6,52	1,50	2,00	0,04	1,82

W10 – Finestra 195*130 ps dx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:		Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:		Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	
TRASMITTANZA		**RESISTENZA TERMICA**	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	1,83	Tot. [(m²·K)/W]:	0,55

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	Ul	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,62	0,85	9,68	1,50	2,00	0,04	1,83

W11 – Finestra 75*130 ps

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:		Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:		Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	
TRASMITTANZA		**RESISTENZA TERMICA**	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	1,80	Tot. [(m²·K)/W]:	0,56

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	Ul	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	0,67	0,30	3,46	1,50	2,00	0,04	1,80

W12 – Finestra 45*130 ps

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:		Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:		Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	
TRASMITTANZA		**RESISTENZA TERMICA**	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	1,91	Tot. [(m²·K)/W]:	0,52

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	Ul	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	0,33	0,25	2,86	1,50	2,00	0,04	1,91

W13 – Porta Fin 120*200

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:		Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:		Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	
TRASMITTANZA		**RESISTENZA TERMICA**	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	1,81	Tot. [(m²·K)/W]:	0,55

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	Ul	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,62	0,78	9,12	1,50	2,00	0,04	1,81

W14 – Finestra vetrata

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m²·K)]:		Superficiale interna(*) [(m²·K)/W]:	
Superficiale esterna [W/(m²·K)]:		Superficiale esterna(*) [(m²·K)/W]:	
TRASMITTANZA		**RESISTENZA TERMICA**	
Tot. (**) [W/(m²·K)]:	1,84	Tot. [(m²·K)/W]:	0,54

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	Ul	Uw
	[m²]	[m²]	[m]	[W/m²°C]	[W/m²°C]	[W/m°C]	[W/m²°C]
SERRAMENTO SINGOLO	0,41	0,23	2,56	1,50	2,00	0,04	1,84

5) Verifica termo-igrometrica dei componenti opachi dell'involucro edilizio

Grandezze, simboli ed unità di misura adottati

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITA' DI MISURA
Massa di vapore per unità di superficie accumulata in corrispondenza di un'interfaccia	*Ma*	[kg/m²]
Resistenza termica specifica	*R*	[(m² · K)/W]
Temperatura	*T*	[°C]
Fattore di resistenza igroscopica	*Mu*	
Fattore di temperatura in corrispondenza alla superficie interna	*f*Rsi	
Fattore di temperatura di progetto in corrispondenza alla superficie interna	*f*Rsi,min	
Spessore dello strato corrente	*S*	[cm]

Pareti Esterne intonacate

Materiale	Mu	R	S
		[(m² · K)/W]	[cm]
Malta di calce o calce cemento	20	0,011	1
Mattone forato 1.1.19 80	9	0,2	8
Isolante15	5000	2,941	10
Blocco forato 1.1.13/1 250	9	0,974	30
Malta di calce o calce cemento	20	0,011	1
		Totale	Totale
Fattore di qualità = 0,9440		**4,427**	**50**

Calcolo della condensa

Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m²]	[kg/m²]
Gennaio	1,4	85	20	65	0,57	1,51	16,6	0,8170	0	0
Febbraio	3,5	81	20	65	0,63	1,51	16,6	0,7940	0	0
Marzo	8,6	74	20	65	0,82	1,51	16,6	0,7010	0	0
Aprile	13,3	73	20	65	1,11	1,51	16,6	0,4920	0	0
Maggio	17,2	72	20	65	1,4	1,51	16,6	0,0000	0	0
Giugno	21,8	71	20	65	1,84	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	24,3	66	20	65	1,99	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	23,8	68	20	65	1,98	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	20,1	75	20	65	1,76	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	14	80	20	65	1,26	1,51	16,6	0,4320	0	0
Novembre	8,1	86	20	65	0,93	1,51	16,6	0,7140	0	0
Dicembre	3,1	86	20	65	0,65	1,51	16,6	0,7980	0	0

Verifiche normative

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

Parete vano scala

Materiale	Mu	R	S
		[(m²·K)/W]	[cm]
Intonaco di calce e gesso	10	0,014	1
Isolante15	5000	2,941	10
Blocco forato 1.1.13/1 250	9	0,812	25
Intonaco di calce e gesso	10	0,014	1
		Totale	Totale
Fattore di qualità = 0,9390		**4,071**	**37**

Calcolo della condensa

Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m²]	[kg/m²]
Gennaio	12,6	50	20	65	0,34	1,51	16,6	0,5400	0	0
Febbraio	13,4	50	20	65	0,39	1,51	16,6	0,4840	0	0
Marzo	15,4	50	20	65	0,56	1,51	16,6	0,2530	0	0
Aprile	17,3	50	20	65	0,76	1,51	16,6	0,0000	0	0
Maggio	20,7	50	20	65	0,97	1,51	16,6	0,0000	0	0
Giugno	20	50	20	65	1,3	1,51	16,6	0,0000	0	0
Luglio	21,7	50	20	65	1,51	1,51	16,6	0,0000	0	0
Agosto	21,5	50	20	65	1,46	1,51	16,6	0,0000	0	0
Settembre	20	50	20	65	1,17	1,51	16,6	0,0000	0	0
Ottobre	17,6	50	20	65	0,79	1,51	16,6	0,0000	0	0
Novembre	15,2	50	20	65	0,54	1,51	16,6	0,2850	0	0
Dicembre	13,2	50	20	65	0,38	1,51	16,6	0,4960	0	0

Verifiche normative

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

Tetto

Materiale	Mu	R	S
		[(m² · K)/W]	[cm]
Intonaco di calce e gesso	10	0,014	1
Soletta in laterizio	7	0,4	20
Polietilene in fogli	50000	0,003	0,1
Polistirene estruso con pelle	180	3,472	12,5
Cartone bitumato da tetto	20000	0,022	0,5
Tegola	10000	0,01	2
		Totale	Totale
Fattore di qualità = 0,9410		**4,211**	**36,1**

Calcolo della condensa

Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	Frsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m²]	[kg/m²]
Novembre	8,1	86	20	65	0,93	1,51	16,6	0,7140	0,003	0,003
Dicembre	3,1	86	20	65	0,65	1,51	16,6	0,7980	0,005	0,008
Gennaio	1,4	85	20	65	0,57	1,51	16,6	0,8170	0,006	0,014
Febbraio	3,5	81	20	65	0,63	1,51	16,6	0,7940	0,005	0,019
Marzo	8,6	74	20	65	0,82	1,51	16,6	0,7010	0,003	0,022
Aprile	13,3	73	20	65	1,11	1,51	16,6	0,4920	-0,001	0,021
Maggio	17,2	72	20	65	1,4	1,51	16,6	0,0000	-0,001	0,02
Giugno	21,8	71	20	65	1,84	1,51	16,6	0,0000	-0,001	0,019
Luglio	24,3	66	20	65	1,99	1,51	16,6	0,0000	-0,002	0,017
Agosto	23,8	68	20	65	1,98	1,51	16,6	0,0000	-0,002	0,015
Settembre	20,1	75	20	65	1,76	1,51	16,6	0,0000	-0,001	0,014
Ottobre	14	80	20	65	1,26	1,51	16,6	0,4320	-0,001	0,013

Verifiche normative

La struttura **è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²

La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

Riferimenti bibliografici

GBC HOME, Edifici Residenziali. (Edizione 2011)

Ringraziamenti

Grazie a:

Prof. Ing. Giovanni Semprini, per avermi seguita in questa tesi e avermi permesso di sviluppare un approccio diverso alla progettazione spingendomi ad andare anche a Rovereto per la presentazione ufficiale di GBC Home

Ing. Stefania Falcioni, per la sua pazienza e disponibilità nell'aiutarmi con il software MC4

Matteo, prima fidanzato e poi marito amorevole, per avermi sempre incoraggiata, sostenuta e sopportata in questi lunghi anni; per aver sempre creduto in me e nelle mie capacità facendomi sentire un piccolo genio; per avermi sempre detto le parole giuste per tranquillizzarmi prima degli esami; per avermi accompagnato in ogni istante

Papà e Mamma, per essermi sempre stati vicini, aver sopportato con pazienza i miei nervosismi pre-esame e avermi permesso di realizzare il mio sogno più grande prima di questo traguardo

Je e Stefy, per avermi sempre sostenuta e appoggiata con affetto, per avermi fatto sentire super intelligente

Simo e Lollo, per i mille complimenti dopo ogni esame

Tiziana e Alfredo, per la loro presenza costante dietro le quinte, senza mai essere invadenti

Cabol Oleodinamica s.n.c., per le innumerevoli stampe di ogni genere

Ulck e Ulme, per le bellissime passeggiate domenicali di svago all'aria aperta

Liz, l'amica di sempre, per essermi sempre stata accanto e avermi fatto sentire il suo affetto nonostante la lontananza

Elly, per essere stata una vera amica sempre presente in ogni momento, sempre pronta ad aiutarmi a studiare, a preparare relazioni, a tranquillizzarmi e a farmi svagare quando serviva, ad ascoltare e sopportare i miei sfoghi

Ire e Sara, nuove amiche e compagne di questo viaggio, per aver reso più piacevoli le giornate a Bologna ed esserci state per calmare le mie ansie nei ripassi sfrenati dell'ultima ora

Chiara, per le nostre lunghe chiacchiere e passeggiate all'aperto

I miei amici e colleghi di università, specialmente Marco, Ste, Gabri, Baccio, Diego

Emanuele, per il suo affetto, il suo sorriso, il suo dolcissimo “Tata Sammy” e i nostri pomeriggi a giocare insieme

Marti, Giovi, Pier e Susy

Gli zii

Angela ed Ezio

Per. Ind. Costanzini Sergio per gli elaborati tecnici

Il laboratorio del Lazzaretto per le ore passate a lavorare con MC4

Tutti coloro che hanno sempre creduto in me